



TITLE:

道路網の交通量配分に関する基礎的研究( Dissertation\_全文 )

AUTHOR(S):

加藤, 晃

---

CITATION:

加藤, 晃. 道路網の交通量配分に関する基礎的研究. 京都大学, 1966, 工学博士

ISSUE DATE:

1966-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.r706>

RIGHT:

道路網の交通量配分  
に関する基礎的研究

昭和40年5月

加藤 晃

# 道路網の交通量配分 に関する基礎的研究

昭和40年5月

加藤 晃

# 序

経済の高度成長に伴い、交通需要の伸展は著しく、とくに最近の自動車交通の伸びは爆発的な勢いで広がった。このため、道路整備に特別の投資を行なっているにもかかわらず、交通混雑・輸送あい路の現象が全国各地で見られる情勢にある。この原因は、輸送構造が非常に大きな変化を示しているためであり、この原因を追求して根本的な解決策を樹立することが焦眉の急務であると考ええる。

本研究は、交通土木工学の立場にたって、しかも地域の社会・経済・産業と交通の有機的な相互関係に留意して、交通需要の予測と道路網計画の策定の具体的な方法論を確立すべく、基礎理論と解析手順の展開を試みた。この場合、道路における交通流の動きをネットワーク内の流れとして扱い、オペレーションズ・リサーチの手法および集合論の考えかたを導入し、道路網における交通流解析に有効で実用的な方法を確立するよう留意した。なお、付録では本文で展開する方法論にもとづき、愛知県内の幹線道路網を対象として実証的研究を行な



った。交通流解析についてはまだ残された研究課題も多く、とくに地域計画、都市計画と交通工学とが総合した交通運輸計画の学問的体系の確立などが、今後に残された大きな研究課題であり、本研究はこれらの研究の緒目をつけたという段階であり、さらに研究を進展させて交通工学の理論体系を確立することが重要である。

本研究に対して、終始御指導頂いた京都大学教授米谷栄二先生、御鞭撻を頂いた京都大学教授石原藤次郎先生をはじめ、有益な助言を頂いた京都大学助教授佐佐木綱、同吉川和広先生、厄介な計算を快よく引受けて下さった FACOM の計算課長池上一志氏に心から感謝する次第である。

昭和40年5月

加 藤 晃

## 目 次

## 道路網の交通量配分に関する基礎的研究

	ページ
第1章 序論	1
第2章 道路網計画の基本的な問題	10
§ 1. 概説	10
§ 2. 道路交通の特性と問題点	11
§ 3. 道路交通円滑化の方策	18
§ 4. 交通工学の必要性	21
§ 5. 道路網計画の基本的な考えかた	22
§ 6. 結語	28
第3章 交通需要推定の方法論	31
§ 1. 概説	31
§ 2. 道路計画における交通需要の予測	33
§ 3. 関数モデルによる推定方法	38
§ 4. 交通発生原単位により推定する方法	45
§ 5. 産業連関分析に基づく推定方法	48
§ 6. 結語	52

	ページ
第4章 交通形態の想定	56
§ 1. 概説	56
§ 2. 分布交通量推定の方法	58
§ 3. 分布交通量推定における収束計算	73
§ 4. ノードOD交通量の推定	81
§ 5. 結語	83
第5章 交通流配分理論	86
§ 1. 概説	86
§ 2. 道路網計画における交通流配分解析の展望	88
§ 3. L.P.理論の応用	95
§ 4. 連立方程式の応用	100
§ 5. ネットワーク理論の交通解析への導入	105
§ 6. 結語	112
第6章 電子計算機によるネットワークシミュレーション	116
§ 1. 概説	116
§ 2. 交通配分シミュレーションの基本的な考えかた	119
§ 3. 計算機内における道路網の再現とOD交通量の表示方法	124

§ 4.	道路評価値	ページ 130
§ 5.	最適経路探索と区間交通量算出のプログラム	148
§ 6.	結語	157
第7章	競合路線を考えた場合の交通流配分	162
§ 1.	概説	162
§ 2.	競合路線の定義と探索	168
§ 3.	交通分担率の算定	178
§ 4.	競合路線の分散解析のモデル計算	202
§ 5.	結語	217
第8章	道路の交通容量を考慮した場合の交通流 配分	220
§ 1.	概説	220
§ 2.	容量制限があるときの解析方法	222
§ 3.	混雑度による配分交通量の修正	230
§ 4.	収束条件を考慮した場合の修正計算	238
§ 5.	混雑度による修正配分交通量の計算例	243
§ 6.	結語	254
	計算表	259



第9章 ネットワーク・シミュレーションの応用例	277
§ 1. 概説	277
§ 2. マクロ道路網における交通流解析	279
§ 3. 交差点・インターチェンジにおける 方向別交通流の解析	288
§ 4. 新設道路における転換交通量の算出	293
§ 5. 道路網の合理的構成についての検討	295
§ 6. 交通機関別の輸送負担量の解析	301
§ 7. 結語	307
第10章 結論	310
付 録	317
§ 1. 概説	317
§ 2. 解析対象道路網の決定	319
§ 3. 計画年度OD交通量の推定	325
§ 4. 交通量配分の解析	338
§ 5. 解析結果と道路網計画策定の指針	356
§ 6. 結語	372

# 第1章 序論

最近、わが国では輸送需要の増大が著しく、しかも従来以上に高速性が要求されている。この激増する需要に輸送施設の整備が追いつけず、輸送あい路の言葉を生みだし大きな社会問題として識者の論議を沸かしている。

これは、輸送構造そのものが貨物・旅客ともに非常に大きな変化を示しているためであり、この原因を追求して根本的な解決策を計らねば、交通混雑・輸送あい路の現象は永久に消滅しないと考える。

輸送構造の変化に大きな影響を与えた原因を考えてみると、

- (1) 経済の高度成長
- (2) 産業構造の高度化
- (3) 消費生活水準の向上
- (4) 人口の都市集中化

の4点に集約できる。この輸送構造の変化を現象面にとらえると輸送対象・輸送手段・輸送経路の変化およびこれに対す

る交通施設・運輸事業の変化として、は握できる。

まず旅客輸送においては、通勤・通学交通の増大と観光交通の隆盛があり、輸送手段の変化としては自動車交通の激増や航空機利用客の増加がみられる。貨物輸送の面では、第2次産業の比重がふえて工業製品および建設資材の輸送量の膨張と専用車・船の出現があり、また商業活動の活発化による輸送時間の短縮が要請され、旅客輸送と同様に自動車交通の急増という形で構造変化が現われている。この量的にも質的にも変化した輸送需要をさばく対策として、数年前までは交通施設の可動的な部分の増強が中心になっていて、固定施設の整備が遅れていた。すなわち、トラック輸送の要請に対してはトラック台数の増加と大型化が行なわれ、旅客の自動車輸送としてバス交通の隆盛とマイカー族の大量出現があり、鉄道にあっても車両の大型化・連絡台数の増強・列車の電車化が行なわれてきた。海運でも同様に船舶の大型化・専用船化・高速化が進み、航空機もプロペラ機からターボジェット機さらにジェット機と改革が進んだがこれらの車両・船舶・航空機を発着させるターミナル、輸送する交通路線、換言すれば道路・鉄道・港湾・空港施設の遅れが目立ってきた。この弊害が可動施設と固定施設の不均衡として、都市交通におけ

る通勤・通学輸送のひっ迫、自動車交通の渋滞、国鉄幹線における輸送容量の不足、主要港湾における施設能力の限界という形で現われ、さらには交通事故の激増を招く大きな原因となっている。

もちろん、この間に固定施設の改良整備もかなり積極的に行なわれたのであるが、輸送需要の増加率が著しく高いものであり、これに伴って比較的増強の安易な可動施設の急速な充実に追いつきえなかった。しかし、最近固定施設整備の努力が、東海道新幹線・名神高速道路・首都および阪神高速道路など従来の交通施設とは次元を異にする高速性能の路線が開通となり、一般の道路・鉄道・港湾の整備も徐々に効果を現わしている。しかし固定施設の拡充整備は、非常に多額の建設投資を必要とし、しかも短期日には完成しない性格のものである。このため輸送構造の変化に対して固定施設たる輸送路線網を科学的に計画立案することが肝要と考える。

本研究の目的は、輸送需要の変化に応じた合理的な交通網の構成を検討し、実際の交通網計画の策定に有用な方法を確立しようとするものである。とくに、道路網に関しては自動車交通の成長性の大きいことと、経路選択に自由性があることに注目して線構成としての路線計画よりも網構成として



の道路網計画が合理的であるとの観点にたち、需要の変化に対応して均衡のとれた道路網計画を策定する実用的な方法の検討と、その基礎になる理論およびシミュレーションの確立を目的とした。このためにはつぎの段階の分析が必要であると考える。

- (1) 交通需要の予測
- (2) 交通路網における流れの理論的研究
- (3) 将来交通形態の決定と計画交通網の検討

交通現象は人間生活や社会組織の複合した行動の現われであるから、単に土木技術的な検討解析のみからこの処理を行なうのは不十分であり、上記の3段階に分析した場合、つぎの立場から検討することが望ましい。

- (1) 経済学的分析、とくに計量経済学および経済政策学的な検討
- (2) 人文地理学的な分析、とくに経済地理・交通地理学的な検討
- (3) 土木工学的な分析、とくに交通計画学的な検討
- (4) 社会学的分析
- (5) 財政・行政学的分析

本研究では、交通土木工学の立場にたつて、しかも地域

の社会・経済・産業と交通の有機的な相互関係に留意し、交通需要の予測および交通網計画の策定に対してこれらの機構と交通問題処理の具体的な方法論を展開する。すなわち、前記の3段階の分析および交通網計画の策定に対する具体的な方法論を明示しようとするものである。この方法論は、つぎの過程にしたがって展開するのが妥当であると考ええる。

- (1) 交通需要推定の方法論
- (2) 交通形態の想定
- (3) 交通流配分の展望とネットワーク理論
- (4) 電子計算機によるネットワーク・シミュレーション
- (5) 競合路線を考えた場合の交通流配分
- (6) 交通容量を考慮した場合の交通流配分
- (7) ネットワーク・シミュレーションの応用

道路網構成を検討する場合には、第1段階として目標年度における交通量の予測を行なわなければならない。しかもこの交通量は道路網構成の検討の基礎資料となるべきものであるから、単なる路線上の交通量でなく計画対象となる各地域に発着する交通量を必要とする。このため地域分割が大きなブロックのまま交通網計画を検討する場合には、地域産業連関分析を、用いるのが便利であり、都市開発・住宅開発・

工業団地開発など一連の開発計画によって新しく交通が喚起される場合には、輸送の原単位分析が望ましく、また一般の自動車交通量を予測するには、経済指標を変数とする関数モデル式を構成して推定を行なうのが比較的簡単であることを第3章に示している。これらの各推定方法の得失、ならびに推定式の構成について論ずる。

交通形態の想定のある章では、計画地域に発着する交通量を、地域相互間交通に変換して、起終点交通量の形で計画年度における交通需要の形態を想定する必要がある。この場合、一般には重力モデル式で地域発着交通量の分布計算が行なわれるが、この地域相互交通の集計数が一般には地域の発着交通量と一致しないので、その誤差の収束計算を必要とする。これには *Fratar* 法がよく用いられるが、その他各種の方法についても、その精度を検討する。同時に調査対象外地域との相互交通に対する交通形態の想定に関して考察を行なう。また地域相互交通を交通網に適用する場合、この分布交通をさらに細分化する必要が生ずる。この作業は、一見平凡であるが一般には非常に大きな作業量となるので、作業を電子計算機に行なわせる方法を誘導する。

つぎに、道路網計画におけるこれまでの配分の方法を展

望し、交通流配分の理論解析について考察を試みる。また、Fordらが発展させたネットワークの理論を道路網の構成に導入して、交通量の配分に対する網構成の基礎論理を確立する。また、この基礎論理を実際の計画に直接役立たせるよう、電子計算機によるネットワーク・シミュレーションの展開を行なう。これは、最適経路探索の基本的な考えかた、すなわち、最適経路は同一平面内では絶対に交差しないという性質に基づき、計算機内に道路網の疑似模型を構成して、計算年度交通量を入力資料の形で計算機のデータプロセスをまとめ、道路網の単位区間に対する交通流の評価の推定について、確率論的な解析方法を示す。この解析に基づき最適経路探索および各経路別交通量の集積の結果として、区間交通量の算出方法を明示する。

つぎに、対象とする道路網の中で、競合路線がある場合について論ずる。これは前の最適経路の性質を利用して、探索面を多層化することにより解決する。同時に実用化のため電子計算機用プログラムを開発する。この解析に続いて競合路線間の交通量分担率の決定が問題となるが、確率の概念による経路選択の一般的考えかたを展開し、さらに Abraham が示した方法を改良して、より実用的な方法を提案する。



この両者によって、競合路線がある場合の配分シミュレーションの実用化を確立する。

配分解析を行なう場合、交通量と交通容量との関係を無視し交通需要の潜在希望にしたがって道路網計画の策定が可能な場合と、経済的・地域的な理由から道路側に容量の制約条件が生ずる場合とがある。後者の場合には、交通量と交通容量により道路混雑度の概念を解析の中に導入する必要がある。この混雑度を含んだ道路評価値関数を誘導して交通流の修正計算を展開する。また、どうしても与えられた交通量のほうが交通容量を越えるときには、バイパスや新路線の必要を解析が要請しているわけで、このときの処理についても論ずる。

最後に、ネットワーク・シミュレーションの交通分野への応用について実用的な見地から論ずる。すなわち、長距離交通を幹線道路網で負担させる場合の解析およびインターチェンジや交差点における方向別交通流の解析は、マクロリンクの導入によって解決できることを示し、また道路の建設優先順位の決定、バイパス建設の必要性の検討など一連の道路網の合理的構成に關して考察を加えるとともに、規格の異なる道路間の転換交通の推定についても論ずる。これは、街路と都市

高速道路、一般幹線道路と高速国道の需要分担の解析にも応用できるものである。また、交通機関別輸送需要の分担の解析についても言及する。これは鉄道と道路の貨物輸送の問題、地下鉄とバスとの旅客輸送におけるシミュレーションの基礎的な研究に属するものである。

上述の応用分野の実用化を確立するため、道路網計画の策定に対する適用例として、愛知県管内の主要幹線道路網について、競合路線配分解析、混雑度による容量制限を含んだ交通流配分解析を試み、その結果を付録に収録した。

## 第2章 道路網計画の基本的な問題

### §1. 概説

最近、道路計画の基礎的な論議として道路と経済の問題をとり扱うことが多くなつたが、これは道路の投資効果・道路の経済的建設など道路自体の経済を中心に考えることが普通であつた。しかし、道路は今や経済産業における連絡輸送の役割りを果たす位置から脱皮して道路が経済に及ぼす効果、経済が道路に与える影響を同時に考えるときに至つていゝといえる。従来、のいわゆる道路経済は「いかに道路を計画し作るか」の解答を打ち出しているが、「なぜこの道路を計画建設するか」についての考察は不十分な点があつた。この解答は地域経済における交通の果たす役割り、交通の中における道路の立場を明らかにして始めて可能になると考える。

本章では交通における道路の立場を解明し、同時に道路交通の特性について分析を行なう。ついで現在道路が直面している問題点を検討し、その解決の方策について論ずる。さ

らに道路交通円滑化に関する基本的な考え方について著者の意見を述べる。これら道路交通の問題を扱う場合、序論で述べたごとく経済学・人文地理学・土木工学・社会学・財政・行政学などの基礎的な知識を必要とするが、この中でとくに技術的な問題の解決には土木工学の基礎知識が不可欠なことはいうまでもないが、最近の複合した問題の解決には交通工学的考察なくしては進展が望まれない。この見地から交通工学の必要性を論じ、また交通工学が本研究に果たす役割りを述べる。最後に道路網の合理的な計画検討について著者の基本的な考えを述べる。

## § 2. 道路交通の特性と問題点

現代の道路および道路交通は、自動車の発明・発達によつて生まれたといえる。自動車の出現により道路交通に大きな変革が起つたが、これは自動車の持つ速度と輸送能力の著しい増加が主な原因である。

ここで交通の概念を考えると交通経済学者による交通の狭義の定義は「物および人を対象とした空間の時間的な克服の行為」であり一種の生産行為とするものが多い。<sup>1), 2)</sup> この



定義には異説もあろうが、だいたいにおいて交通の本質をさしていると考えてよい。交通が空間の時間的克服であるとするれば、人や物の移動を意味すると同時に速度の概念を含んでいる。ここで問題となる速度とは瞬間的な速度ではなく、交通の目的が達せられるまでの速度でなければならぬ。これには荷積み、積み換え、荷降ろしの作業時間および待ち合わせ時間も当然含んで考えるべきである。また交通が空間的行為であるとする以上、人間の意志が加わり目的を持つことは自明である。したがって人間の交通への意志を満足されることが交通の必要条件であり、交通の目的が達せられるときこそ交通が完了したと考えてよい。たとえば建設資材である砂利を河で採取し、トラックに積み建設現場で降ろして交通が完了するのであるが、河の砂利が水によって川下に流されて堆積しても交通現象とはならない。

ひるがえって具体的に陸上交通を考えてみると、自動車は任意の地畠から道路さえあれば意のままに好む経路にしたがって交通を完了することができ、これは交通を意志のある行為とみると、自動車交通が現存する各種交通機関の中で最も柔軟性に富むものであり、時間も空間も任意に選択できる交通機関であることを示している。また自動車交通は瞬

間的な速度こそ航空機・鉄道に劣るけれども交通完了までの所要時間を速度とするならば、鉄道・航空機のターミナル(駅・空港)における待ち時間や積み換え時間に相当するものが非常に少なく、短距離の範囲ではほかの交通機関に比べて非常に高い速度を持つものといえる。最近では自動車・道路ともにより高速性能を有するものが出現したため、自動車交通がほかの輸送機関に比べて優位に立つ範囲が拡大される傾向がみられる。換言すれば自動車のすぐれた特性である空間的・時間的な柔軟性に加えて、速度の上昇が道路交通の行動を画期的に拡大し、道路交通を独立した輸送施設として交通本来の姿に近づけたと考えられる。これは同時に地域の経済・社会にも大きな影響を与えている。たとえば交通網の整備によって新しい販売路が開け、新しい生産が可能となり生活の範囲が拡大し、内容を豊富にすることが可能となった。これはまた生産品販路の拡大によって大量生産が行なわれ、生産が合理化される基礎ともなり現代の高度化された地域経済社会を成立させ、さらに前進させる原動力になつていていると考えてよい。

自動車交通は以上のようなすぐれた特性を持つが、交通にはそのほかにも具備すべき条件がある。それは交通が人や

貨物の移動である以上、経済行為と結びついて輸送に要する費用、大量輸送の適合性、安全性、正確性さらには旅客の快適性などが重要な要因となってくる。片平信貴氏は交通機関の特性を速度・費用・正確・安全・量・快適・普遍性にわけて各種交通機関別に比較した結果を発表している。<sup>3)</sup> 同氏の分類結果を示すと表-2.1 のようである。

表-2.1 交通機関別特性

	道路	鉄道	船舶	航空機
速度	2	3	4	1
費用	3	2	1	4
正確	2	1	3	3
安全	2	1	3	3
量	3	2	1	4
快適	—	—	—	—
普遍性	1	2	3	4

(注) 表中の数字は順位を示している。

道路交通にはこのように大きな特色があり、非常にすぐれた交通手段ではあるけれど、すべての輸送を道路交通だけにゆだねることは高度に発達した社会生活の輸送要請からみて不可能である。各種の交通機関を組み合わせ、社会の交通に対する要請を満足させるために最も適当な交通施設を計画建設し、運営することこそ交通計画にたずさわる者の責務である。しかし最も適当な交通施設は各種交通機関の技術進

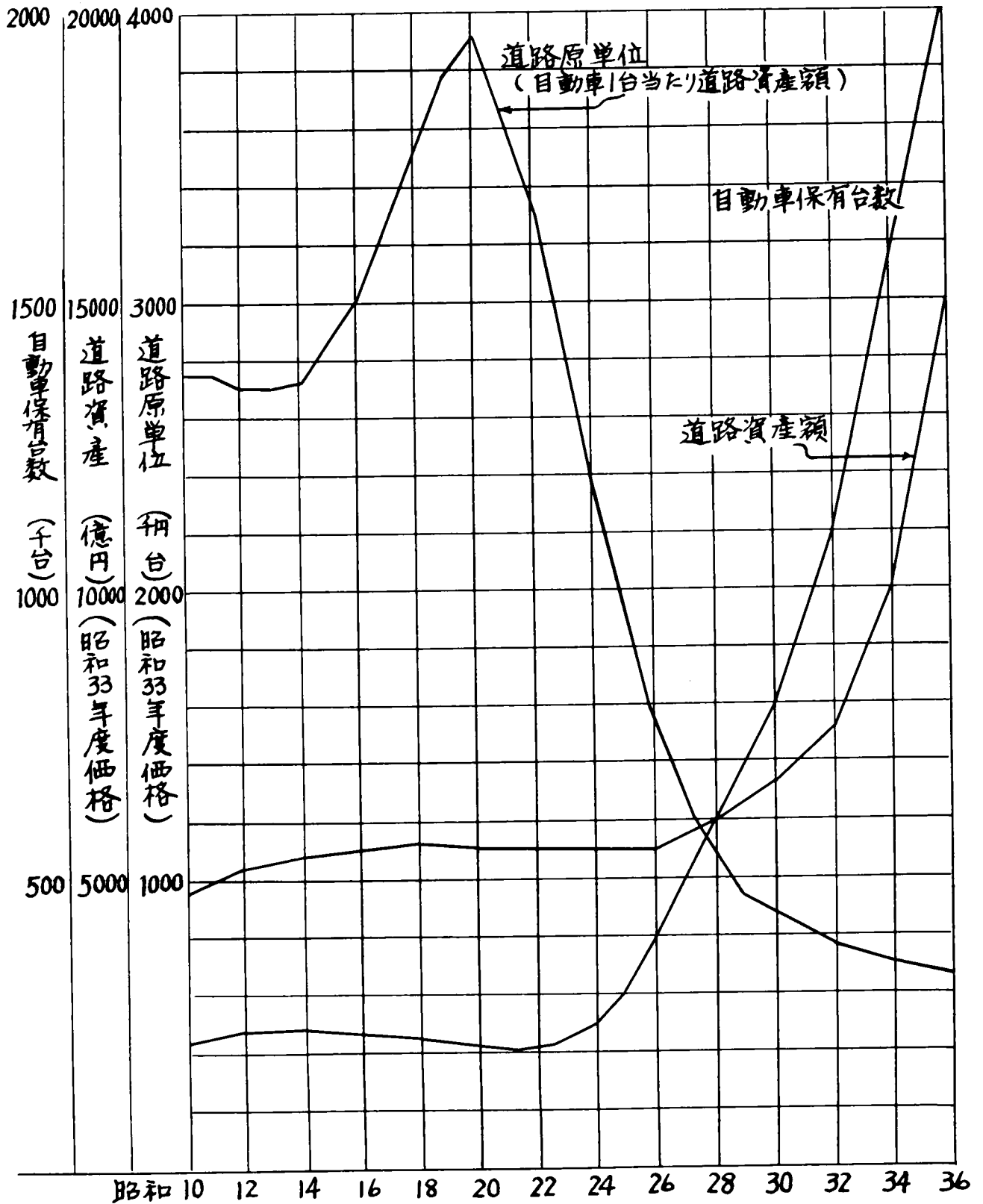
歩に伴い、社会の発展によつて絶えず変化していくものであることも計画者は忘れてはならない。

ここで道路交通が直面している問題点について考えてみる。現在、道路交通がひつ迫している主な原因は、つぎの4点と考えることができる。

- (i) 道路と自動車の増加率の不均衡
- (ii) 道路と自動車との技術革新の速度のズレ
- (iii) 緩速車類との混合交通
- (iv) 交差点・駐車場・ターミナルなどあい路拠点の存在

第1の原因は序論でも述べたごとく、輸送需要の急激な増加であるが、比較的増加しやすい可動施設たる自動車が、運輸業者をはじめ各会社・官庁さらに最近では個人や各家庭でも急速に購入・整備が進み、その増加状況はまことにめざましいものである。一方固定施設たる道路の整備はこの増加する勢に追いつきえなかつた。これが現在道路の交通容量不足、交通混雑上昇の、最も大きな原因となっている。これは道路と自動車の整備状況に平均資本係数の概念を導入し、道路整備と交通需要の関係を示す指標である道路原単位を採り上げてみると、この現実が瞭然となる。建設省の調査によれば、<sup>4)</sup> わが国の道路原単位の推移は、図-2-1に示すように、

図-2-1 自動車保有台数・道路資産額および道路原単位の推移



昭和20年の389万円/台をピークとして、昭和28年頃まで急激な低下を示し、昭和29年から道路整備特別措置法の実施で道路投資の急増に伴い、道路原単位の低下傾向は鈍化してきたものの、道路建設投資を上回る自動車保有台数の増大により道路原単位は改善されることなく今日に至っている。

第2の原因として、自動車の寿命は平均して道路のそれの $\frac{1}{4}$ ～ $\frac{1}{5}$ であり、したがって自動車は常時新車が投入され技術の更新が間断なく進められるが、道路のほうは施設の更新期間が長く、しかも1回の建設に要する投資額が大きいので、高性能の自動車が出現しても直ちに対処しうる道路を建設することはむずかしい。

第3の原因は、道路を利用する場合鉄道と異なり専用利用ではなく不特定多数の利用者がある。これは一面において道路交通の普遍性を例証するものであるが、他面、自動車の性能向上が活発に行なわれる中で、なお荷馬車・自転車などのいわゆる緩速車交通が自動車交通と共存していることである。

最後に自動車交通の集積の大きいところにあい路が集約されて出現し、交差点における交通渋滞、都心部・駅付近の駐車場難、ターミナル施設の不足が目立っており大都市の交

通集積がはなはだしいところほどの傾向は顕著である莫も大きな問題である。

### §3. 道路交通円滑化の方策

前節で道路交通の直面している問題点を述べたが、これらを逐次解決することこそ道路交通の円滑化の方法となるので、前記の各問題について基礎的な方策を述べる。

前節(i)は、自動車交通の急増に対して道路整備をいかに行なうかという問題であるが、道路施設の絶対量が不足するのであるから、それに対する拡充整備を容易ならしめる施策をとることが肝要である。このためにはつぎの施策を積極的にとり入れるべきであろう。

- (1) 道路整備を急速に行なうための法律的措置を十分に検討し、公共施設優先建設の立法化を計る。
- (2) 自動車台数の増加に見合って、道路原単位をこれ以上低下させないような財源措置をとる。
- (3) 限られた財源の範囲で効果的な道路網整備を促進するため、道路網の構成内容を具体的に検討し、緊急度に応じた建設投資を行なう。

ついで前節(ii)、道路と自動車技術革新の速度のズレについては、最近自動車の性能向上が著しくこれに対処するためには、国の幹線道路と局部道路・都市高速道路と一般街路というように規格の異なった道路を有機的に組み合わせて高速性を要求し、かつ輸送需要の大きい拠点都市を中核として幹線自動車道路網を整備し、自動車本来の高速交通を可能にする道路条件を造り上げる。このためには交通需要の予測を正確に行ない交通形態を量・質とも十分に分析検討して、均衡のとれた合理的な道路網の計画を検討することこそ必須の条件である。さらに技術的な細部検討として、道路網を構成する各路線ごとに幅員・こう配・曲線などに新しい技術を導入し路面構造としても今後の自動車の大型化・重量化・高速化に十分対処しうるものを築造することが肝要である。

上述の方策が過去の自動車から現代の自動車へ、さらには未来の自動車交通へと前向きの方策であったのに対して、前節(iii)に対する方策は、荷馬車から自動車への過渡的な対策となる。だからといってこの問題はけっして過去のものではなく、わが国の道路交通が直面している大きな課題である。この方策として一番効果的な手段は通行分離を実施することである。通行分離をするためには高性能の自動車専用道路



の建設を促進して自動車交通を性能にあった専用道路に転換していくのが本筋であるが、全国的にこれを急速に行なうことは経済面からみて不可能に近く、当面は幹線道路と局部道路の有機的な道路網の計画策定を実施し、自動車交通をできるだけ幹線道路で負担するようにすべきである。それには交通需要と道路網との間に交通流配分の慎重な検討を行ない合理的な道路網の構成と交通流管理が不可欠な要素となる。また同時に混合交通における交通容量の基礎的な研究、交通工学的な技術の展開による安全・能率的な管理を怠ってはならない。

交差点・駐車場・ターミナルについては、交通集積の大きいところに問題が生ずるのであるから、これは単に平面的な解決では処理できないものが多く、交通量の極端に多い交差点の立体化、駐車場の計画的配置および土地利用の高層化、他交通機関との総合的計画による輸送需要の合理的分担などを計らねばならない。しかしこれらの処理も道路網の構成から独立して別個に考えることは無意味であり、常に道路網計画の一環としての考慮を拂わねば折角の対策による改良が、ほかの面へ悪影響を及ぼす恐れさえある。

#### §4. 交通工学の必要性

道路交通は、そのすぐれた特性と高性能の自動車、高級舗装道路によって近代化され、新しい時代の交通機関として大きく伸びたのであるが、その反面に交通事故と混雑という憂慮すべき問題を含んでいることも見のがせない。

道路交通は多数の人が自動車を運転することにより成立するので、交通規制と施設建設の両面にわたって安全・快適な交通を確立する必要がある。この解決のためには、社会科学と自然科学の知識が総合されそれに基づいた対策をたてねばならない。機械には物理的原理の厳密な適用が可能であっても、人間には不確定な要素・個人差さらに習慣・心理的動揺も加わり、ときにはそれらが総合されて結果を支配することもありうる。ここで道路交通の理論と応用の研究にあたって、道路交通の現象を分析し、資料を整理する必要があるが、一方において数学・統計学・物理学を必要とすると同時に他方では都市計画・心理学・法律学・経済学の知識も必要とする。

交通工学の直接的なねらいは、道路網とその終端施設の

運用操作に關するものと考え、都市交通・輸送問題の管理・運営すべての面にまで交通工学の知識を応用することが多い。<sup>5)</sup>

この見地からも道路網計画の検討に際して、分析の底流には常に交通工学的知識を要求されるし、また交通工学的な検討を経ずしては完全な道路網計画は存在しえないと考えるのが妥当である。

## § 5. 道路網計画の基本的な考えかた

国や地方の経済が発展するとき、それに伴って人や財貨の移動も激しくなるが、現代のように産業の專業分化が進み社会生活の文化性が高くなると社会の交通に対する依存度は強くなる一方で、交通施設のもつ機能が直接に全経済機構の活動、効用を向上させる重要な資産となつてきている。したがって道路網計画の立案に際しても経済活動の動向を輕視して交通需要を予測することは無謀といえよう。これは逆にいえばある地域の交通施設の改良新設は直接その地域の経済活動に影響を及ぼすものであるが、その影響の程度は対象地域における交通施設の総合的な能力の向上という観点からみる

べきであって、1本の特定の道路だけを別個に取り上げて改良効果を論ずべきでなく地域の発展と道路網構成の均衡的な発達という観点から道路整備の経済効果を考えなければならない。したがって計画の基礎となる交通需要の予測についてもその地域の立地条件と経済の活動要因から総合的に行ない、しかる後に交通施設別に改良の度合・容量・需要依存度などの推移を考慮し、道路なり鉄道なりの分担すべき交通需要を推定するのが本筋であろう。このことは計画者にとって自明のことでありながら、輸送貨客の交通施設に対する依存度が貨物の品目別に、また旅客の目的別に多種多様であって分析がきわめて困難なことで、たとえこれが大略分析できても輸送施設の技術革新のテンポが著しく相違すると、折角苦勞して求めた依存度が急激に変化する場合が多くて将来交通のパターンが計画年次ごとに正しく推定できないおそれがある。しかしかなり広域にわたる交通施設の計画を行なうには、マクロの観点から総合的な交通需要の予測をして、それを各交通機関別にいかなる割合いで輸送させるかの解析がきわめて大切になる。今日、道路網計画を立てる場合普通はこの手段を省略して自動車交通需要を直接土地利用および経済活動の要因に関連させて求める方法がとられている。これは各交通施

設間の更新程度がほぼ安定した形で推移するものとして、過去数年間の需要傾向がその因果関係をかなり織り込んでいるものと仮定しているわけで、これは仮定条件が是認できる範囲内で簡単で正当な解析手段となりうる。

この場合、需要者側の輸送に対する要望が変わって各交通機関に対する依存度が明瞭に変化する場合は転換交通の推定として補正項を入れて推定できる。ここで気をつけなければならないのは、計画対象となる地域の交通依存度がかなり大幅にあるいは急激に変化するとみられるような建設計画が進められるときには、根本的な輸送需要の構造を分析することが必要となる。このような自動車交通を直接に推定することはその投資効果の経済性を無視して需要量を求めたもので、その推定値に見合う計画が一番合理的とはいえない。たとえば大都市の一部ではすでに交通麻痺に近い状態を示し、たとえば交通需要に応じて対処しうる街路や高速道路、駐車場の建設が可能であっても、その単位当たりの投資額が非常に大きいものになってしまう。実際にはそれよりも投資効果の大きい大量輸送機関との交通分担の解析を先に進めて交通の段階的な極限容量を定め、その範囲で道路の方向別需要推定を行なうなど現実的な制約条件を入れないと無制限な道路建設が

要求され、実際の経済活動と相容れない解析結果を算出するおそれがある。

自動車交通は柔軟性に富む輸送手段であり、出発地から目的地へ達するには、そこに存在するもっとも便利な路線を任意に選んで通行するから、需要予測に対しても特定路線を特定の個所だけで時系列的に推定することは一般的には不十分な予測方法であり、他路線の改良程度、ほかの交通施設整備と経済活動の発展を織り込んだ形で推定することが望まれる。現在行なわれている地区間OD交通量の予測はだいたいこの要望に応えるものである。しかしOD調査のゾーニングについては改良の余地が十分ある。すなわち、道路計画の基礎資料でありながらOD交通の統計的な整理区分が余りにも機械的であるため、つぎの段階で行なう交通流の経路や配分解析の資料として十分でないことが多い。この原因は経済指標など需要推定の要因になる統計資料が行政区分で統括されていることに大きな影響を受けているが、それ以外にもOD調査の結果をどの程度道路網計画の基礎資料として活用すべきかという計画者の意図にも左右されると考える。OD調査の結果が直接に将来の交通形態を決定するとは限らないにしても交通形態の現況をもっとも簡潔な方法で示すものであり

、需要予測や交通解析に重要な役割りを果たす点からみて、道路計画にあわせたゾーニングが計画の基礎資料作成に大きな役割りを果たすことを重視すべきだと考える。

将来の地区間交通需要を求める段階では大きな問題となる点がある。それは予測式をどんな形式で策定するか、そのときの予測のパラメーターとして何を指標にとるかということと、地区ごとの交通の成長率が均一でないとき地区間交通の統計と地区の成長率から算出した交通量に差が出るわけで、その修正をどう考えるかという点である。交通需要の予測とその収束計算については第3章・第4章で論ずるから詳細は省略するが、とにかくどんな目的の計画でどの程度の地域を扱い、精度的に要求されるのは最低どの程度かを先決してその目的に合った算定式を作成することが何よりも肝要で、いたずらに指標を複雑にしても精度が十分であるとはいえない。

交通需要の推定が終われば、現存する道路網および計画路線網にそれらの自動車交通を配分して交通流のパターンを想定する必要がある。運転者の希望するパターンの分析ができれば、その条件にできるだけ適合し、しかも建設投資効果の高い計画を立案することは比較的容易である。このパター

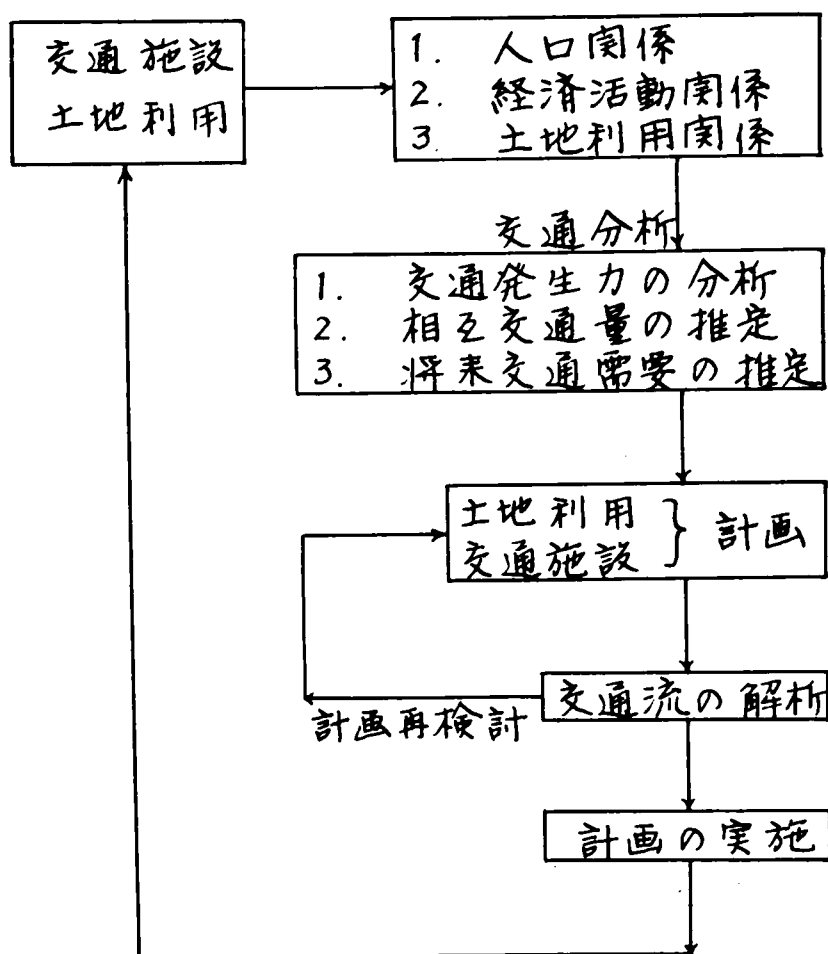
ンを分析・想定する作業が道路網における交通流配分解析に当たるものである。これは道路計画を網構成の計画として検討するとき不可欠な作業である。この解析手段としては純理論的に配分交通量を求める方法とシミュレーション的な追求とする手段が考えられる。いずれの方法をとるにしても、道路側の条件を全く無視して利用者側が希望する経路の分析を行ない配分交通量を算出する立場と、道路側の混雑度を考慮した場合の解析が考えられるが、この両者は計画の目的に応じ相おぎなって活用されるべきものとする。

交通流解析が終われば、道路網各区間の負担すべき交通量が総合的に求められるから、この資料に基づきより効果的な道路網系統の検討が可能となり、また道路網計画策定に客観的指針を与えることができる。また計画線における輸送あい路の予見や道路建設の順位の判定が容易となる。

著者は、道路網計画にあたって以上のような検討を行なうことにより、効果的な輸送網の構成ができると考え、次章以下に交通需要予測、交通形態の推定、交通流解析の基礎理論および制約条件を持つ解法について方法論を展開する。図-2・2は、ここで述べた道路網計画の手順の概要をブロックチャートに示したものである。



図一 2・2 道路網計画の手順



## § 6. 結語

道路網計画を行なう場合、道路と地域の経済・産業・社会との相互関係を認識することが、きわめて大切な要素であり同時に交通における道路の立場を認識することにもなる。このため道路交通の特性を分析・検討し、道路交通が輸送行為の中に示す柔軟性と高速性が他交通機関に劣らないすぐれたもの

のであることを論じ、道路交通が直面している問題点を4点にまとめて具体的に論じた。この問題点の解決方法についても著者の考え方を明らかにした。すなわち道路交通の固定施設と可動施設の不均衡をなくするためには、法律的措置とともに道路網の合理的計画の検討が必要であることを述べた。このためには交通工学の基礎的な知識が不可欠なものであることを指摘し、さらに道路網計画策定の基礎的な考え方を展開した。すなわち交通網計画は、交通施設の総合的な能力の向上という観点で考えるべきであり、特定の道路だけを別個にとりあげて改良効果を論ずべきではなく、地域の発展と道路網構成の均衡的な発展という形で道路整備を計るべきだと考え、この方法による具体的な計画方針を述べた。

## 参 考 文 献

- 1) 今野源八郎編； 交通経済学 青林書院 1962. PP. 1~14.
- 2) 佐波宜平； 交通概論 有斐閣 1954. PP. 9~18.
- 3) 片平信貴； 道路工学 技報堂 1956. PP. 2~3.
- 4) 建設省編； 建設白書 1964. PP. 79~87.
- 5) Metson, Smith and Hurd; Traffic Engineering, Mc Graw-Hill, 1953.  
pp. 1 - 8.
- 6) D.P.Locklin; Economics of Transportation, John Wiley and Sons,  
1954. pp. 51 - 60.

## 第3章 交通需要推定の方法論

### §1. 概説

道路網計画の立案に当たって最も基礎的な問題は、交通需要の伸びがどれほどであるかということと、その交通がどのような形態で流れるかという点である。この検討をへなければ、道路網の根幹となる幹線網の構成も、幅員の決定も先見することはむづかしく、まして建設の順位を定めることは非常に困難となる。この両者の十分な解析・検討をへて、始めて客観性をもった道路網計画の基礎資料がえられるといえる。

本章では、道路網計画のための交通需要推定のいくつかの方法論の構成と特性について述べる。まず、道路網計画における交通需要の予測はいかにあるべきかを論じ、交通流解析の基礎資料としては、計画年度のOD交通量が最も当をえた資料であることを述べる。この将来OD表の推定の方法として、佐佐木綱博士は4段階推定法と3段階推定法に大別し

ている。<sup>1)</sup> この両者の適用に関する著者の考えかたを述べ、また具体的な交通需要推定法を5種類にわたって方法論の概略とその特徴を述べる。

つぎに、交通需要推定のなかで地域相互交通を推定するのに好都合な手段として、関数モデルによる推定法、交通発生原単位による推定法および産業連関分析による推定法について評述する。

まず、関数モデルによる推定法では、普通よく用いられる線形モデル、対数線形モデルとそのほかの関数モデルに分けて、構造式の立案の方法・パラメーターの決定方法を論述する。また、著者が愛知県の道路網解析に際して使用したモデルを紹介する。

交通発生原単位分析は、小地域の交通発生力を求めるのに適した方法であることを述べ、住宅団地や工業団地計画の交通需要推定のすぐれた手段であることを強調し、その方法論を展開する。

産業連関分析を利用する推定方法は、広い地域の交通需要をマクロ的に推定するのに好都合な方法であり、その長所と方法論を紹介する。

## § 2. 道路計画における交通需要の予測

道路網計画における交通需要の推定値は、一般に道路の将来交通量という言葉で表現される。この将来交通量は、それを利用する目的によつて交通量の尺度が異なってくる。道路網計画の立場から将来交通量というときは、計画目標年度における日交通量を基準にすると便利である。すなわち、道路網計画では、地域の発展と交通情勢の変化に応じて、現存する道路網および計画道路網が、それに十分対応しうるか否か、またその道路網が効率的な配置・規模であるかどうか重要な課題である。したがって、その場合は計画目標年度における日交通量が将来交通量として有用になる。第8章で述べる道路の混雑度を考慮したときの交通量配分の解析や、交差点・インターチェンジの交通流解析を行なうような特別な場合には、時間交通量を対象とするほうが便利である。

道路網計画の基礎資料とする交通量は、単にどの路線における日交通量が何台ということだけでなく、対象道路網内における交通の状態を示すものでなければならない。すなわち、どの地域にどれだけの交通量が発生するか、その発生した交通がどの地域と結ばれているかを明らかにしなければならない。

ない。すなわち、地域相互間交通を明らかにする必要がある、これは一般にOD交通量としては握される。<sup>2)</sup> このために、道路網計画の対象地域を複数のゾーンに分割し、ゾーン相互間の交通量を調査する。これがOD調査であり、ゾーン相互間の交通量をOD交通量という。OD交通量を一括集計したものをOD表と称し普通は表-3.1のように三角形の表にまとめられる。表中の  $X_{ij}$  は、 $i$  ゾーンから  $j$  ゾーンへの

表-3.1 OD表

交通量を表

発ゾーン \ 着ゾーン	1	2	3	.....	j	.....	n	合 計
1	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	.....	$X_{1j}$	.....	$X_{1n}$	$X_1$
2		$X_{22}$	$X_{23}$	.....	$X_{2j}$	.....	$X_{2n}$	$X_2$
3			$X_{33}$	.....	$X_{3j}$	.....	$X_{3n}$	$X_3$
⋮				.....	⋮	.....	⋮	⋮
i					$X_{ij}$	.....	$X_{in}$	$X_i$
⋮					⋮	.....	⋮	⋮
n							$X_{nn}$	$X_n$
							総計	$\sum X$

わし、分布交通量と呼ばれる。

また、式(3.1)のような

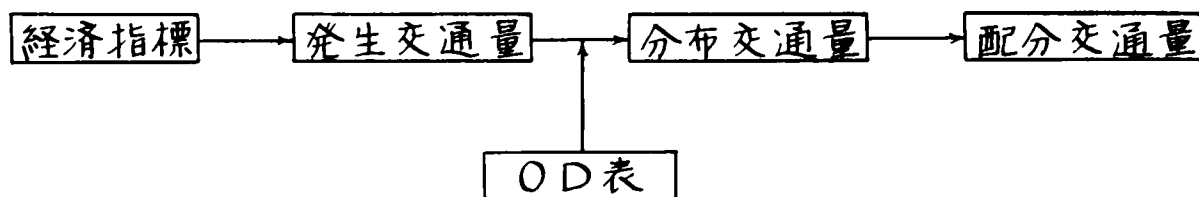
和をとり、これをゾーンの発生交通量(トリップエンドの数)という。

$$X_i = \sum_{j=1}^{i-1} X_{ij} + 2X_{ii} + \sum_{j=i+1}^n X_{ij} \quad \dots\dots (3.1)$$

換言すれば発生交通量とは、あるゾーンに到着・出発した車の台数であり、それを行き先きゾーンごとに分けたのが、分布交通量(トリップの数)である。

将来の交通需要を推定するためには、将来OD表作成の作業が必要となる。この推定方法を大別すると、前述のように4段階推定法と、3段階推定法に分けられる。<sup>1)</sup>

図一3・1 4段階推定法



4段階推定法は、図一3・1に示すように経済指標の推定または土地利用計画の策定が第1段階の推定作業であり、つぎに発生交通量の推定、さらに現在OD表を加味しての分布交通量の推定、最後にこれらを道路網の各区間に割り当てる配分交通量の推定というように、4段階の作業からなりたつのである。3段階推定法は、発生交通量推定という手順を省略して、各ゾーンの経済指標からただちに分布交通量を求める方法である。この両者の優劣は、推定精度によって比較されるべきであり、一概にどちらがまさるとはいいきれない。むしろ4段階推定法にしろ、3段階推定法にしろ計画目的に適合した推定方法と、その基礎資料の検討に力を注ぐべきである。

将来交通量推定の具体的な方法としては、つぎの5通り



の方法がよく用いられている。<sup>1), 3), 4)</sup>

### [1] 交通量を時系列外挿によって求める方法

これは対象地域内の交通量の現在までの推移を時系列と考えて、交通量を調査地奥ごとに外挿法によって求める。推定方法としては、最も簡単な方法であるが、OD交通量のように交通の内容を示すものに対しては有効でない。

### [2] 運輸指標との相関による方法

[1]の方法によって交通量を求めるときに、交通量の資料が1時奥よりえられない場合、交通量に最も関係の深い運輸指標の成長率と相関させて交通需要を求めることができる。運輸指標としては、自動車保有台数・輸送トンキロ・または輸送人キロなどを選び、これらの運輸指標を外挿して求め、交通量の成長率がこれに比例するものとして推定する。このほか、交通量を運輸指標の関数モデルにより求めることもある。

### [3] 経済指標の関数として推定する方法<sup>1), 3), 5)</sup>

交通発生現象は、経済活動に起因するものとして、発生交通量および分布交通量を経済指標の関数として表現し、回帰分析によって係数を求め交通発生のモデル関数を決定して、経済指標の将来予測値にしたがい交通量を推定する。こ

の方法は、交通の内容を経済・地域によって性格づけることができるためOD交通量などの推定に有効である。以後この方法を関数モデルによる推定と略称し、次節に評述する。

#### [4] 土地利用面積、施設により推定する方法<sup>3), 6)</sup>

交通量は、人および物の移動の集積が具体化したものであるから、人の生活・物の生産・交換の行なわれるところに交通発生の源泉があるものとして、これらの施設の床面積当たりと、土地利用別の面積当たりの交通発生力（以下これを交通発生原単位という）を別途に調査しておき、交通量を交通発生原単位と施設や土地の面積との積として推定する方法である。これは、交通発生原単位による推定法として §4. に述べる。

#### [5] 産業連関分析に基づく推定方法<sup>7), 8)</sup>

地域を複数個に分割し、また各産業別に購入する額と最終需要を分割されたゾーンごとに求めて、購入される財貨はそのゾーンの生産高に比例するものとして、地域相互間の入出高を求めることができる。この分析を産業連関分析という。このとき、財貨の入荷高はとりもなおさず貨物の移動であり、輸送量であるとして地域相互間の交通需要を算定する方法である。

このほか、佐佐木綱博士の提案による遷移確率より、ゾーンのトリップを推定する方法<sup>9)</sup>などがある。交通量推定の方法は、このように多種多様な方法があり、その適用方法も千差万別である。要は計画目的に応じて最も経済的でしかも所期の精度をえられる推定方法を、計画者が常に検討して用うべきものとする。このときに参考とすべき事項は推定方法の論理と、その予測値の精度、推定方法に適した地域分割と諸種の統計資料の有無、解析期間と処理能力などの検討であり、そのときの状態に応じた適当な方法を採用すべきものとする。

### § 3. 関数モデルによる推定方法

この方法は、前節で述べたように  $i$  ザーンの発生交通量  $X_i$  を、そのゾーンの経済指標の関数としてモデルを構成し、既知の交通量・諸種の経済指標を基礎資料として回帰分析を行ない、モデルを構成している説明変数の係数を定めて、モデル関数式を確定し将来の経済指標を代入して将来交通量を算出する方法である。

いま、 $i$  ザーンの交通発生量を  $X_i$  とすれば計算モテ

ルは一般に式(3.2)のように示される。

$$X_i = f(y_1, y_2, y_3, \dots, y_n) \quad \dots\dots (3.2)$$

ここで  $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$  は経済指標を表わす変数である。説明変数となる経済指標としてよく用いられるものは人口・就業人口・産業別就業人口・工業生産高・製造品出荷額・生産所得・分配所得・商店数・商店年間販売額・商店年間営業支出額・住宅戸数・建築物延床面積・車種別保有台数などである。車種ごとに交通量を推定する場合は、車種によって説明変数にとる経済指標を変えてもよい。

つぎに、モデル式の関数形についてみると、式(3.3)・式(3.4)で表現できるものと、式(3.3)・(3.4)以外の関数形をとるものの3つの型に分類される。

$$X_i = a_0 + a_1 y_{1i} + a_2 y_{2i} + \dots + a_n y_{ni} \quad \dots (3.3)$$

$$X_i = a_0 y_{1i}^{a_1} \cdot y_{2i}^{a_2} \dots y_{ni}^{a_n} \quad \dots\dots (3.4)$$

$$X_i = f(y_{1i}, y_{2i}, \dots, y_{ni}; a_0, a_1, a_2, \dots, a_n) \quad (3.5)$$

式(3.5)は、式(3.3)・(3.4)以外の構造式という意味で、関数記号で表わした。ここで、 $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$  は回帰分析によつて定まる係数(パラメーター)である。

したがつて、将来交通量推定のモデル式作成はこれらの構造式の1つを選び、適当な経済指標を用いて将来交通量を

推定できるようにパラメーターを定めることである。

式(3.3)のパラメーターを決定するには、線型回帰分析の手法を用いれば簡単に求められる。また、式(3.4)の場合には、両辺の対数をとることによって式(3.6)のようになり、

$$\log X = \log a_0 + a_1 \log y_1 + a_2 \log y_2 + \cdots + a_n \log y_n \quad (3.6)$$

$S = \log X$ ,  $A = \log a_0$ ,  $Z_k = \log y_k$  ( $k = 1, 2, 3, \cdots, n$ ) とおけば、式(3.7)をうる。式(3.7)は、式(3.3)と同じ型で線型回帰分析により容易に  $a_0, a_1, \cdots, a_n$  を定めうる。

$$S = A + a_1 Z_1 + a_2 Z_2 + \cdots + a_n Z_n \quad \cdots (3.7)$$

式(3.5)の場合には、どんな関数形を採用するにしても、つぎのようにしてパラメーターを求めることができる。<sup>10)</sup>

いま、パラメーターの初期値を  $a_{00}, a_{10}, a_{20}, \cdots, a_{n0}$  としこの補正值を  $\Delta a_0, \Delta a_1, \Delta a_2, \cdots, \Delta a_n$  とする。また、式(3.5)の初期近似式を(3.8)として

$$f_{i0} = f(y_{1i}, y_{2i}, \cdots, y_{ni}; a_{00}, a_{10}, a_{20}, \cdots, a_{n0}) \quad (3.8)$$

式(3.5)を Taylor 展開して、2次以上の微分を無視しうるものとするれば、式(3.9)をうる。

$$X_i = f_0 + \frac{\partial f}{\partial a_0} \Delta a_0 + \frac{\partial f}{\partial a_1} \Delta a_1 + \cdots + \frac{\partial f}{\partial a_n} \Delta a_n \quad (3.9)$$

式(3.9)のパラメーターは、式(3.3)の場合と同様にし  
て、 $\Delta a_0, \Delta a_1, \dots, \Delta a_n$ を求めることによつて式(3.10)の  
ように定められる。

$$\left. \begin{aligned} a_0 &= a_{00} - \Delta a_0 \\ a_1 &= a_{10} - \Delta a_1 \\ a_2 &= a_{20} - \Delta a_2 \\ &\vdots \\ a_n &= a_{n0} - \Delta a_n \end{aligned} \right\} \dots\dots (3.10)$$

このようにしてえられたモデル式に、ゾーンごとの将来  
経済指標を代入し、各ゾーンの将来発生交通量を求めること  
ができる。

著者がこの手法によつて愛知県土木部と協力して、愛知  
県下の道路網に対して用いたモデル関数形はつぎのようであ  
る。<sup>11)</sup>

記号  $X_i$  ;  $i$ ゾーンの発生交通量

$P_{in}$  ;  $i$ ゾーンの将来夜間人口(人)

$P_{id}$  ;  $i$ ゾーンの将来昼間人口(人)

$P_{idA}$  ;  $i$ ゾーンの将来第1次昼間人口(人)

$P_{idB}$  ;  $i$ ゾーンの将来第2次昼間人口(人)

$P_{idC}$  ;  $i$ ゾーンの将来第3次昼間人口(人)

記号  $F_{iA}$  ;  $i$ ゾーンの将来農林水産生産額(百万円)

$F_{iB}$  ;  $i$ ゾーンの将来製造品出荷額(百万円)

$F_{iC}$  ;  $i$ ゾーンの将来商品販売額(百万円)

$M_i$  ;  $i$ ゾーンの車種別自動車保有台数(台)

$Q_{i1}$  ;  $P_{iAA}$  に対する車種別自動車発生原単位(台/人)

$Q_{i2}$  ;  $P_{iAB}$  に対する車種別自動車発生原単位(台/人)

$Q_{i3}$  ;  $P_{iAC}$  に対する車種別自動車発生原単位(台/人)

$r$  ; 相関係数

$$F_i = F_{iA} + F_{iB} + F_{iC}$$

$$G_i = Q_{i1} P_{iAA} + Q_{i2} P_{iAB} + Q_{i3} P_{iAC}$$

### 乗用車

$$\begin{aligned} \text{モデル(1)} \quad X_i = & 0.0314 P_{in} + 0.6045 \left( \frac{F_{iA}}{P_{iAA}} \right)^{1.4716} P_{iAA} \\ & + 0.0698 \left( \frac{F_{iB}}{P_{iAB}} \right)^{1.0131} P_{iAB} + 0.4556 \left( \frac{F_{iC}}{P_{iAC}} \right)^{0.1397} P_{iAC} \\ & + 214 \quad \dots\dots (3.11) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{モデル(2)} \quad X_i = & 1.2569 P_{in}^{0.1669} M_i^{0.3516} F_i^{0.2142} G_i^{0.2933} \quad \dots\dots (3.12) \\ r ; & 0.8952 \end{aligned}$$

### 貨物車

$$\begin{aligned} \text{モデル(1)} \quad X_i = & 0.1158 P_{in} + 1.5465 \left( \frac{F_{iA}}{P_{iAA}} \right)^{2.6719} P_{iAA} \\ & + 0.1148 \left( \frac{F_{iB}}{P_{iAB}} \right)^{0.7911} P_{iAB} + 0.8735 \left( \frac{F_{iC}}{P_{iAC}} \right)^{0.2889} P_{iAC} \end{aligned}$$

+ 850

(3.13)

$$\text{モデル(2)} \quad X_i = 2.8695 P_i^{0.2366} M_i^{0.1282} F_i^{0.2684} G_i^{0.2609} \quad (3.14)$$

 $r: 0.9463$ 

この関数モデル式の推定法は、3段階推定法にも同じ手法がそのまま用いられる。推定方法はつぎのようになる。

いま、ゾーン  $i, j$  の経済指標をそれぞれ  $y_{im}, y_{jm}$  とすると、ある車種について  $i, j$  間の交通量は式(3.15)で与えられると考える。

$$X_{ij} = f(y_{i1}, y_{j1}, y_{i2}, y_{j2}, \dots, y_{im}, y_{jm}) \quad (3.15)$$

その関数形としては、前述の4段階推定法と同じように、式(3.16)～(3.18)のものがよく用いられる。<sup>1)</sup>

$$X_{ij} = (k_1 y_{i1} y_{j1} + k_2 y_{i2} y_{j2} + \dots + k_m y_{im} y_{jm}) R_{ij}^n \quad (3.16)$$

$$X_{ij} = [k_1 (y_{i1} + y_{j1}) + k_2 (y_{i2} + y_{j2}) + \dots + k_m (y_{im} + y_{jm})] R_{ij}^n \quad \dots (3.17)$$

$$X_{ij} = k (y_{i1} y_{j1})^\alpha \cdot (y_{i2} y_{j2})^\beta \dots (y_{im} y_{jm})^\delta R_{ij}^n \quad (3.18)$$

ここに  $R_{ij}$  は、 $ij$  間の所要時間または距離であり、 $k, \alpha, \beta, \dots, \delta, n$  はパラメーターである。これを決定するには、



すでに述べた回帰分析を応用すればよい。<sup>12)</sup>

この関数モデル式は、ゾーンの分割と説明変数のとりかたに注意を払えば、かなり広域にわたる交通需要の推定にも、また数市郡にわたる地域の推定にも適用できるし、その推定作業も難解ではなく、すぐれた推定方法である。しかし、対象地域が小さいときは、交通発生の状態が不安定であるため精度が十分えられないことがある。また、きわめて広大な地域の交通需要の推定には、産業連関分析のほうが地域相互の開発・発展状態をよく説明でき、したがって交通量推定も産業連関分析や計量経済モデルのほうがすぐれている。

このモデルを適用するに際して注意しなければならない点は、つぎのようである。

(i) モデル関数を定めたら、必ず現状分析を行なってパラメーター  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$  を求めることが必要である。なぜならば、1つの地域で適合したパラメーターが必ずしもほかの地域で適合するとは限らないからである。また将来、経済の構成が現在と変わると予想されるときも、その時点で補正すべきである。

(ii) 地域分割が変わると、パラメーターが変化するので、一度パラメーターを決定した後、ゾーンの組み替え・分割統合は

大きな誤差を生ずることがある。とくに3段階推定法的时候は注意を要する。

#### § 4 交通発生原単位により推定する方法

自動車交通は何らかの目的を持って走行しており、そのトリップ・エンドは、必ず何かの施設や土地に結びつく。すなわち、この方法は、住宅・工場・商店・官公庁・学校・病院・公園・農地などの施設が経済的機能・社会的効用を遂行するためには人や財貨の移動があり、自動車交通の発生臭になるという思想に基づいている。したがって、これらの交通発生の源泉となる施設・土地の単位面積当たりについて、1日何台の自動車交通が発生するかを各施設の床面積・土地利用面積ごとに調査しておき、この資料に将来の施設数と規模・土地利用の変化を導入して将来交通量を求めようとするものである。

いま、式(3.3)において  $a_0=0; a_1, a_2, \dots, a_n$  を施設1, 2,  $\dots, n$ の単位当たりの交通発生の密度とし、 $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$  を各施設の面積と考えれば、式(3.3)はそのまま交通発生原単位のモデルになる。このとき  $a_1, a_2, \dots, a_n$  を施

設別交通発生原単位という。

この方法は、土地利用計画に基づいて交通量を推定する場合にも同様の手法を適用できる。この場合は施設に対する発生原単位のかわりに住居地域・商業地域・工業地域・農業地域・レクリエーション地域の単位面積当たりの交通発生原単位を調査しておけばよい。

また、同様に住宅団地や工業団地の開発計画に伴って発生する交通量を推定するときに使用しても有効である。すなわち、住宅団地の場合は住宅／戸当たりの交通発生原単位をトリップの目的別に調査しておき、この目的別トリップ発生原単位を計画戸数・施設の規模と数に乗じて将来交通量を予測できる。アメリカでは、この推計方法が住宅団地の交通推計だけでなく一般に普及していて、表-3・2のようなトリップ別OD原単位表が利用されている。<sup>3), 13), 14)</sup>

表-3・2の最上段のトリップ、すなわち  $X_{00} \sim X_{09}$  をホームトリップと称しており、住宅／戸当たりの発生原単位に相当する。

工業団地の場合には、計画団地に誘致される工業業種別に単位面積当たりの交通発生原単位を調査しておき、建設計画年次にしたがって業種別に工場建物面積を乗じていけば、

団地の交通発生量を、は握することができる。

表-3.2 トリップ目的相互間OD表

0 自宅 休養	1 勤務	2 業務	3 買物	4 医療	5 食事	6 社交 慰安	7 勉学	8 送迎	9 乗換	計
X <sub>00</sub>	X <sub>01</sub>	X <sub>02</sub>	X <sub>03</sub>	X <sub>04</sub>	X <sub>05</sub>	X <sub>06</sub>	X <sub>07</sub>	X <sub>08</sub>	X <sub>09</sub>	X <sub>0</sub>
	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	X <sub>15</sub>	X <sub>16</sub>	X <sub>17</sub>	X <sub>18</sub>	X <sub>19</sub>	X <sub>1</sub>
		X <sub>22</sub>	X <sub>23</sub>	X <sub>24</sub>	X <sub>25</sub>	X <sub>26</sub>	X <sub>27</sub>	X <sub>28</sub>	X <sub>29</sub>	X <sub>2</sub>
			X <sub>33</sub>	X <sub>34</sub>	X <sub>35</sub>	X <sub>36</sub>	X <sub>37</sub>	X <sub>38</sub>	X <sub>39</sub>	X <sub>3</sub>
				X <sub>44</sub>	X <sub>45</sub>	X <sub>46</sub>	X <sub>47</sub>	X <sub>48</sub>	X <sub>49</sub>	X <sub>4</sub>
					X <sub>55</sub>	X <sub>56</sub>	X <sub>57</sub>	X <sub>58</sub>	X <sub>59</sub>	X <sub>5</sub>
						X <sub>66</sub>	X <sub>67</sub>	X <sub>68</sub>	X <sub>69</sub>	X <sub>6</sub>
							X <sub>77</sub>	X <sub>78</sub>	X <sub>79</sub>	X <sub>7</sub>
								X <sub>88</sub>	X <sub>89</sub>	X <sub>8</sub>
									X <sub>99</sub>	X <sub>9</sub>
										2ΣT

表-3.3 工業種別自動車交通発生原単位  
(台/日/1,000 m<sup>2</sup>)

工業業種	車種	乗用車	バス	普通トラック	小型トラック
食品工業		0.55	0.01	1.94	3.91
繊維工業		0.39	0.01	0.22	1.44
木材・木製品工業		0.05	0.01	0.08	0.25
紙・パルプ工業		0.09	0.01	0.75	2.10
化学工業		0.17	0.02	0.58	1.26
石油化学工業		0.36	0.04	0.36	0.16
ゴム工業		0.17	0.02	0.58	1.26
窯業		0.59	0.04	0.40	1.70
鉄鋼業		0.18	0.01	0.28	0.70
非鉄金属工業		0.68	0.04	0.72	2.70
金属加工業		0.68	0.04	0.72	2.70
機械工業		1.05	0.07	1.06	3.80
その他		0.44	0.03	0.65	2.11

著者は、三重県熊鷹野工業団地計画の立案に際して、通産省名古屋通産局と協力して三重県四日市市・鈴鹿市の工業種別発生原単位を調査したが、その結果は前記、表一三・三のようである。<sup>15)</sup>

原単位による推定方法は、対象地域の小さいときに適用すれば非常に有効である。地域が小さければその中に含まれる施設や土地利用の種類も少なく、作業が容易なことと、ほかの方法ではゾーンを小さく分割しても、推定精度が上がらないのに対し、この方法ではゾーン中の社会機構が均一化するほど、またゾーンを小さくすればするほど推定精度が期待できるのである。しかし、ゾーン面積が大きくなったり、ゾーンの中の構成が複雑になると、この方法は精度が落ちるという欠点がある。

## § 5. 産業連関分析に基づく推定方法

この方法は、経済分析や経済計画モデルによく利用される産業連関分析を、発生交通量の推定に応用する方法である。<sup>6), 7)</sup>

この方法の基礎となる思想は、地域の発展はその地域が

ほかの地域との間に行なう産業業種別の購入・販売と当該地域の業種別最終需要に支配されるとし、財貨の入出カマトリックスを作成することに基づいている。この方法を地域開発に適用したすぐれた研究が W. Isard によってなされており、<sup>16)</sup> わが国では吉川和広博士によって広く地域開発計画・地域間の交通需要予測に適用できるすぐれた方法論が提起されている。<sup>8)</sup>

いま考えている地域を  $k$  個のゾーンに分割し、各ゾーンは社会経済的に一様な性格をもっているものとする。つぎに各ゾーン内の産業を  $n$  個の産業部門に分け、 $k$  ゾーンの産業  $i$  の生産高を  $Y_{ki}$ 、 $l$  ゾーンの産業  $j$  が  $k$  ゾーンの産業  $i$  から購入する額を  $Y_{ki,lj}$  と表わし、 $k$  ゾーンの産業  $i$  に対する最終需要を  $d_{ki}$  としておく。そのとき式(3.19)が成立する。

$$Y_{ki} = \sum_l \sum_j Y_{ki,lj} + d_{ki} \quad \dots\dots (3.19)$$

$l$  ゾーンの産業  $j$  が  $k$  ゾーンの産業  $i$  から購入する額は、 $l$  ゾーンの産業  $j$  の生産高に比例するものと仮定すると、式(3.20)

$$Y_{ki,lj} = A_{ki,lj} \cdot Y_{lj} \quad (3.20)$$

が成立するから、式(3.19)に代入して

$$Y_{ki} = \sum_k \sum_j A_{ki,lj} \cdot Y_{lj} + d_{ki} \quad \dots\dots (3.21)$$

$$(k=1, 2, 3, \dots, k; \quad i=1, 2, 3, \dots, n)$$

マトリックス表示をすれば

$$\mathbf{I}\mathbf{Y} = \mathbf{A}\mathbf{Y} + \mathbf{d} \quad \dots\dots (3.22)$$

ここに

$$\mathbf{Y} = \begin{pmatrix} Y_{11} \\ Y_{12} \\ \vdots \\ Y_{kn} \end{pmatrix} \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} A_{1111} & A_{1112} & \dots\dots & A_{11kn} \\ A_{1211} & A_{1212} & \dots\dots & A_{12kn} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{kn11} & A_{kn12} & \dots\dots & A_{knkn} \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{d} = \begin{pmatrix} d_{11} \\ d_{12} \\ \vdots \\ d_{kn} \end{pmatrix} \quad \mathbf{I} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots\dots & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \dots\dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots\dots & 1 \end{pmatrix}$$

したがって、最終需要  $\mathbf{d}$  が与えられると各地区の産業部門別生産高が算出できる。すなわち、式(3.22)から

$$\mathbf{Y} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{d} \quad (3.23)$$

式(3.23)として与えられる。

一方、 $k$ ゾーンの  $i$  産業部門から  $l$ ゾーンの  $j$  産業部門へ輸送される額  $Y_{ki,lj}$  は自動車、鉄道、船舶および航空機によって輸送されるわけであるから、

$$Y_{ki,lj} = (M_{kilj} + R_{kilj} + S_{kilj} + U_{kilj}) Y_{ki,lj} \quad \dots\dots (3.24)$$

$$\text{ただし } M_{kilj} + R_{kilj} + S_{kilj} + U_{kilj} = 1$$

ここで、 $M$ は自動車輸送率、 $R$ は鉄道輸送率、 $S$ は船舶輸送率、 $U$ は航空機輸送率である。 $k$ ゾーンの産業  $i$  から  $l$ ゾーンの産業  $j$  へ自動車で輸送される額は、 $M_{kilj} \cdot Y_{ki,lj}$  であるから、これを自動車台数に換算するため、換算係数、 $B_{kilj}$  によつて自動車による輸送量  $B_{kilj} \cdot Y_{ki,lj}$  がえられる。同様に  $l$ ゾーンの産業  $j$  から  $k$ ゾーンの産業  $i$  への輸送のために使用される自動車台数は  $B_{ljki} M_{ljki} \cdot Y_{lj,ki}$  である。また  $k$ ゾーンの産業  $i$  から  $l$ ゾーンの産業  $j$  へ輸送のために使用された車は、 $l$ ゾーンから  $k$ ゾーンへ帰る場合空車とすれば、 $k$ ゾーン・ $l$ ゾーン間の交通量  $X_{kl}$  は、式(3.25)で与えられる。

$$X_{kl} = \alpha_{kl} \sum_i \sum_j (B_{kilj} M_{kilj} \cdot Y_{ki,lj} + B_{ljki} M_{ljki} Y_{lj,ki}) \quad (3.25)$$

ここに、 $\alpha_{kl}$  は  $k, l$  ゾーン間の空車率によつて変化する係数であるが、片道空車である場合には2となる。

以上の諸式によつて各ゾーン相互間の交通量を推定できる。この推定方法を用いるときは、投入係数  $A$  を算出しておくことと自動車輸送率表 ( $M_{kilj}$  の表)、換算係数表 ( $B_{kilj}$  の表)が必要である。

この推定方法は、物資流動を対象としているので、トラック交通量の推定が中心であつて、乗用車の推定はこれを基準



にさらに推定式を展開しなければならないと、産業連関表が分析の基礎となっているので、ゾーンをかなり細かく分けた産業連関表の作成がきわめて困難になるため、実際に作業する場合には府県単位が最小のゾーン単位となり、きめの細かい道路網の交通量推定には適用が困難であるという欠点がある。<sup>17)</sup>

## § 6. 結語

本章では、道路網計画の最も基礎的な問題である交通需要の推定について、方法論を中心にその特徴や適用方法を論述した。

まず、道路網計画の基礎資料として交通量を予測する場合、その交通量はゾーン相互間交通として表現できるものが必要であり、OD交通量がこの性質を最もよく表わしうる資料であることを述べた。

ついで将来交通量の予測方法として、一般に行なわれている方法、すなわち時系列的外挿法、運輸指標相関法、経済指標関数モデル法、原単位推定法および産業連関分析による交通需要の推定法の5通りの方法に対して方法論の概略とそ

の特徴を論じた。

とくに関数モデル推定法・原単位推定法・産業連関分析の応用による推定法については、節を改めモデル式の構成方法や理論構成などについて評述した。

まず関数モデル推定法については、関数モデルとは何かについて説明し、一般によく利用される線型相関モデル・対数線型相関モデルとほかの関数モデルについてパラメーターの求めかたを述べ、そのパラメーターを使用して将来交通量を推定する手順を展開した。また実際の適用例として著者が愛知県道路網解析の際に使用したモデル式を示した。

ついで原単位分析の特徴と推定論理を述べて、原単位分析が小地域における交通需要の予測手段としてすぐれた方法であることを論じ、住宅団地・工業団地の交通量推定に有用な手段であることを示した。同時に、著者が三重県能褒野工業団地の交通量推定に使用した工業業種別原単位分析の資料を例示した。

また産業連関分析についても、推定の方法論を述べるとともに、その適用地域がかなり広域な地域でないと精度があがらないことを述べた。

## 参 考 文 献

- 1) 米谷栄二, 渡辺新三, 毛利正光; 交通工学第8章 道路交通量の推定, 国民科学社, 1965. pp. 169 ~ 196.
- 2) F.B.Curran and J.T.Stegmaier; Travel Patterns in Fifty Cities, Public Roads, Vol. 30, No. 5, Dec. 1958. pp. 105 - 122.
- 3) 佐佐木恒一, 小林八一; 道路交通量の推定, 第3章 総合的推定法, 交通日本社, 1962. pp. 25 ~ 135
- 4) J.T.Lynch; Traffic Planning Studies in American Cities, Public Roads, Vol. 24, No. 6, 1945.
- 5) W.L.Mertz and L.B.Hammer; A Study of Factors Related to Urban Travel, Public Roads, Vol. 29, No. 7, Apr. 1957. pp. 170 - 174.
- 6) G.B.Sharpe, W.C.Hansen and L.P.Hammer; Factors Affecting Trip Generation of Residential Land-Use Areas, Public Roads, Vol. 30, No. 4, 1958. pp. 88 - 89.
- 7) 森島通夫; 産業連関と経済変動, 有斐閣, 1955.
- 8) 吉川和広; 地域計画に関する基礎的研究, 学位論文, 1962.
- 9) 佐佐木綱; 遷移確率による交通量推定について, 土木学会関西支部年次学術講演会講演概要, 1964. pp. 143 ~ 144.
- 10) 池上ー志; FACOM-222の道路計画プログラム  
Computer Report, Vol. 5, No. 2, 1965. pp. 12 - 25.
- 11) 愛知県土木部; 愛知県道路網調査報告書, 1965.
- 12) 佐佐木綱; グラビティ・モデルによる交通量算定方式について, 土木学会関西支部年次学術講演会講演概要, 1963. pp. 127 ~ 128.

- 13) W.G.Stratton and others; Chicago Area Transportation Study, 1960.
- 14) 加藤晃抄訳; シカゴ地域における輸送施設に関する研究, 新都市16巻6号, 7号, 8号, 10号, 11号, 17巻2号, 1964~1965.
- 15) 名古屋通産局編; 三重県能登野工業団地造成調査報告書, 1965.
- 16) W.Isard; Interregional and Regional Input-Output Analysis, Review of Economic and Statistics, Nov. 1951.
- 17) 佐佐木綱; 道路網計画における Operations Research, 関西経営管理協会資料, No. 153, 1961.

## 第4章 交通形態の想定

### §1. 概説

道路計画の基礎資料となる交通需要量は、計画年次の地域間交通を的確に説明できるものであることが必要であり、これを計画年度OD交通量の形態で示すのが現在では最も適切な方法であることを第3章において述べた。また交通量予測の各種の推定法について、方法論とその特色を論じた。

本章では、発生交通量の推定作業と計画道路網における交通量配分解析の中間段階にある交通形態の想定について、その方法論と特徴を論述する。

交通形態の想定とは、道路網上におけるある地塊から他の地塊へ結ぶ交通がどれほどの量であるかを想定することであり、これは分布交通（ゾーン相互間交通）をさらに細分化して、発生交通量を配分解析の対象とする道路網に適した大きさの地塊相互間交通として推定する作業である。この作業は分布交通量の推定、分布交通推定における収束計算、分布交通量から道路網におけるノード間交通量へ変換する3段階

の作業に分けられる。この3段階の作業は、交通流配分解析に先立って常に必要な作業となるのではなく、発生交通量の推定方法が最初から道路網の交通配分解析に適した資料として作成されておれば、その資料に基づいてただちに交通流解析を行ないうるので、本章における作業を全く必要としない場合もある。しかし、交通量の推定値がゾーン発生交通量として予測される場合は、これをゾーン間交通に分布させてさらに道路網のノード間交通に変換する作業が必要となる。

本章で述べる分布交通量推定の作業は、将来交通需要が4段階推定法で推測される場合の発生交通量から分布交通量を算出する過程と、その細分化に相当する。分布交通量の推定と、その収束計算は組み合わされて一連の推定作業とされることが多い。

本章では、まずゾーン間交通量の推定方法について、方法論とその長所および適用方法を述べる。すなわち、現在一般に用いられている重力モデル法と現在パターン推定法による論理構成と特徴について述べ、さらに重力モデル推定法の実際の適用に関する問題点を論ずる。また著者が東海地方で解析した各種の重力モデル式の係数を提示する。

ゾーンの発生交通をゾーン相互間交通に分布させる場合

、多くは分布交通の合計がゾーン発生交通と一致しないので、収束計算を必要とする。この収束計算としては、*Fratat* 法を始め数種の方法が紹介されているが、本章では各種の収束計算の方法とその収束速度について述べ、最後に *Fratat* 法を直接に分布交通の推定計算に使用しうることを述べる。このあと分布交通を道路網上のノード間交通に細分する方法について概要を述べる。

## § 2. 分布交通量推定の方法

分布交通の推定方法としては、第3章で述べたように経済指標から直接分布交通量を推定する3段階推定法と、経済指標からゾーンの発生交通量を予測し、そのあとで発生交通量をゾーン相互間交通に分布させる4段階推定法とがある。<sup>1)</sup> 本節では4段階推定法による発生交通量から分布交通を求める方法について述べる。3段階推定法では、第3章で述べた発生交通の推測値が直接分布交通量の形で推定されるので、ここで述べる作業は不要である。

現在、分布交通の推測法として一般に用いられているものに現在パターン法と重力モデル法とがある。<sup>2), 3)</sup>

現在パターン法は、分布交通量を計算によって算出するのではなく、現在のOD交通量をそのまま将来の分布交通量とする方法である。この方法は、将来の交通形態が余り変化しないと予想できるときには、推測計算がなくて便利であるが、現在のOD表が完備していないと使用できない。

いま、現在OD表における  $i, j$  ゾーン間交通量を  $X_{ij}$  とし、将来の  $i, j$  ゾーン間交通量を  $X_{ij}$ 、同じく分布計算でえられる交通量を  $X_{ij}^*$  とすると、現在パターン法では式(4.1)によって将来分布交通量をうる。

$$X_{ij}^* = X_{ij} \quad \dots\dots (4.1)$$

現在パターン法では分布交通量だけを現在パターンによって決定するのであり、ゾーン発生交通量  $X_i$  は別途に計算される。したがって現在パターン法によって求めた分布交通量は、式(3.1)のOD表の原則を満足しないで、式(4.2)のようになる。

$$X_i \neq \sum_{j=1}^{i-1} X_{ij}^* + 2X_{ii}^* + \sum_{j=i+1}^n X_{ij}^* \quad \dots\dots (4.2)$$

すなわち、分布交通の総計と発生交通量が一致しないため、本章§3.で述べる収束計算を必要とする。この場合、現在OD表が不完全なものであったり  $X_{ij}$  が零となるとこ



ろが多い資料では、どの収束計算法をとるにしても計算結果は満足なものとはならない。したがって、現在パターン法を採用するときは基礎資料として十分信頼できるOD表を必要とする。また将来の発生交通量が現在の交通量より大幅に伸展しているときは、式(4.1)よりも式(4.3)の平均成長係数を乗じた分布交通量によって収束計算を試みるほうが得策である。

$$X_{ij}^* = X_{ij} F$$

ここで  $F$  は、対象地域全体の平均成長率で式(4.3)によって定義される。

$$F = \frac{\sum X_i}{\sum X_{ij}} = \frac{\sum X_i}{\sum_{ij} X_{ij}} \quad \dots\dots(4.3)$$

重力モデル式は、物理学でいう万有引力の法則から類推されたものであって、質量のかわりに発生交通量を用いた計算モデルである。そのモデル式は一般に式(4.4)で示される。

$$X_{ij}^* = X_i \cdot X_j \frac{f_m}{D_{ij}^m} \quad \dots\dots(4.4)$$

ここで  $D_{ij}$  はゾーン  $i, j$  間の距離、 $f_m$  は対象とするモデルごとに決まるパラメーターである。このパラメーターを定めるには、式(4.4)を式(4.5)のように変形して

$$\Sigma_{ij} = \frac{X_{ij}^*}{X_i \cdot X_j} = \frac{k}{D_{ij}^m} \quad (4.5)$$

対数を取り、式(4.6)として回帰分析を行なえばパラメーター  $k \cdot m$  を求めうる。

$$\log \Sigma_{ij} = \log k - m \log D_{ij} \quad \cdots \cdots (4.6)$$

このようにして式(4.4)の係数  $k \cdot m$  が定まれば、 $i, j$  ゾーンの将来交通量  $X_i, X_j$  およびゾーン  $i, j$  間の距離を代入して将来の分布交通量を求めることができる。

重力モデル式の長所は、現在のO D表が完備されていなくても、発生交通量が地域の経済動向などによって推測されるならば、それを基礎資料にして独自に将来O D交通量が推定できるという点である。その反面、重力モデル式によって求められる分布交通量は、同一モデルの解析対象地域では、パラメーター  $k, m$  はゾーンとは無関係に決定されるから、特定のゾーン相互間の交通状態を算出することは不可能であり、距離、発生交通量の条件が同じ場合のゾーン間交通は同一の分布交通量として算出される。このことは、分布交通量の推定が機械的・画一的であるとの批判を受ける原因となる。4段階推定法では発生交通量を別個に求めているので  $i, j$  ゾーンの発生交通量の推定値  $X_i, X_j$  がこの制御の役割りを果して

いる。

重力モデル式は、式(4.4)に示した基本形以外に多数の誘導形が作られて利用されている。その主なものを列挙し、特色を述べてみるとつぎのようである。

(1) 重力モデル式を発生交通量の推定に利用する方法

$$X_{ij} = k \frac{(Y_i \cdot Y_j)^\mu}{R_{ij}^m} \quad (4.7)$$

$k, \mu, m$  ; パラメーター

$Y_i, Y_j$  ;  $i$ ゾーン,  $j$ ゾーンの交通発生力

$R_{ij}$  ;  $i, j$ ゾーン間の交通抵抗(距離・所要時間などで示す)

この方法は、 $Y$ の説明変数の取捨選択がむずかしく、またこの重力モデルで直接ゾーン間発生交通量を推定することは、ゾーン相互間の交通状態を画一的に算出してゾーンの特色をもった交通状態を十分に再現することが困難なことから、パラメーター $\mu$ が導入されたため、式(4.5)のように変形できず、回帰分析が困難となる欠点がある。よって、重力モデル式で3段階推定法を行なうことは得策でないと結論できる。

(2) ゾーン発生交通量の積  $X_i \cdot X_j$  の代りに  $(X_i X_j)^{\frac{1}{2}}$  を利用する方法<sup>4)</sup>

$$X_{ij}^* = \frac{k\sqrt{X_i \cdot X_j}}{D_{ij}^m} \quad (4.8)$$

式(4.4)の代りに式(4.8)を利用すれば、ゾーンの発生交通量が $\alpha$ 倍に伸展したとき、 $X_{ij}$ の伸びは $\alpha^2$ 倍に拡大されるため、 $X_{ij}$ の伸びが大きすぎる欠点を改良したモデルである。式(4.4)は本来右辺の分母に $\sum_i X_i$ がかかるべきものである。 $\sum_i X_i$ は全域の総交通量であり定数となるので、 $k$ と一括してパラメーター扱いをされているためゾーンの交通成長率が全体の成長率とあまり大きな隔たりがないときは、式(4.4)でも式(4.8)でも大差がない。しかし、全域の中で特別に成長率が大きいゾーンを数個有するときには式(4.4)よりも式(4.8)のほうが分布交通の実態をよく表わすものと思われる。この場合でも、式(4.7)の $Y_i, Y_j$ を $X_i, X_j$ におき変えて回帰分析を行ない、 $\mu$ の値を決定して $\mu$ の値が1.0に近ければ式(4.4)を、 $\mu$ の値が0.5に近いものであれば式(4.8)を使用するのがよい。

このほか、距離 $D$ の代りに所要時間 $T$ を利用する方法などが広く用いられているが、道路網計画の基礎資料として重力モデルを利用するときは、どちらを利用してもその解析結果に大きな変化はない。重力モデルによる分布交通量推

足の手順をブロックチャートに示せば、図-4・1のようである。

著者が愛知県道路網の交通流解析に利用した重力モデル(式(4・4)形式)のパラメーター  $k$ ,  $m$  の値は、表-4・1のようである。<sup>5)</sup>

表-4・1 愛知県道路網における  
重力モデルのパラメーター

車種	パラメーター		相関係数
	$k$	$m$	$r$
乗用車	22.98	1.113	0.633
トラック類	11.01	0.968	0.627

また、著者が中部横断運河の経済調査解析に利用した中部地方(愛知・岐阜・三重・滋賀・福井・石川・富山の各県を21地域に分割)における産業業種別の重力モデルの、回帰分析結果は表-4・2のようである。<sup>6)</sup>

重力モデルによる分布交通量算定法の問題点をあげるとつぎのようである。

- (i)  $i$  ゾーン内の交通  $X_{ii}^*$  の算定に特別の工夫を要する。
- (ii) 解析対象としている地域外にあるゾーン  $k$  と対象地域内のゾーン  $i$  を結ぶ交通  $X_{ik}^*$  の算出に特別な工夫を要する。

図-4.1 重カモデル式のブロックチャート

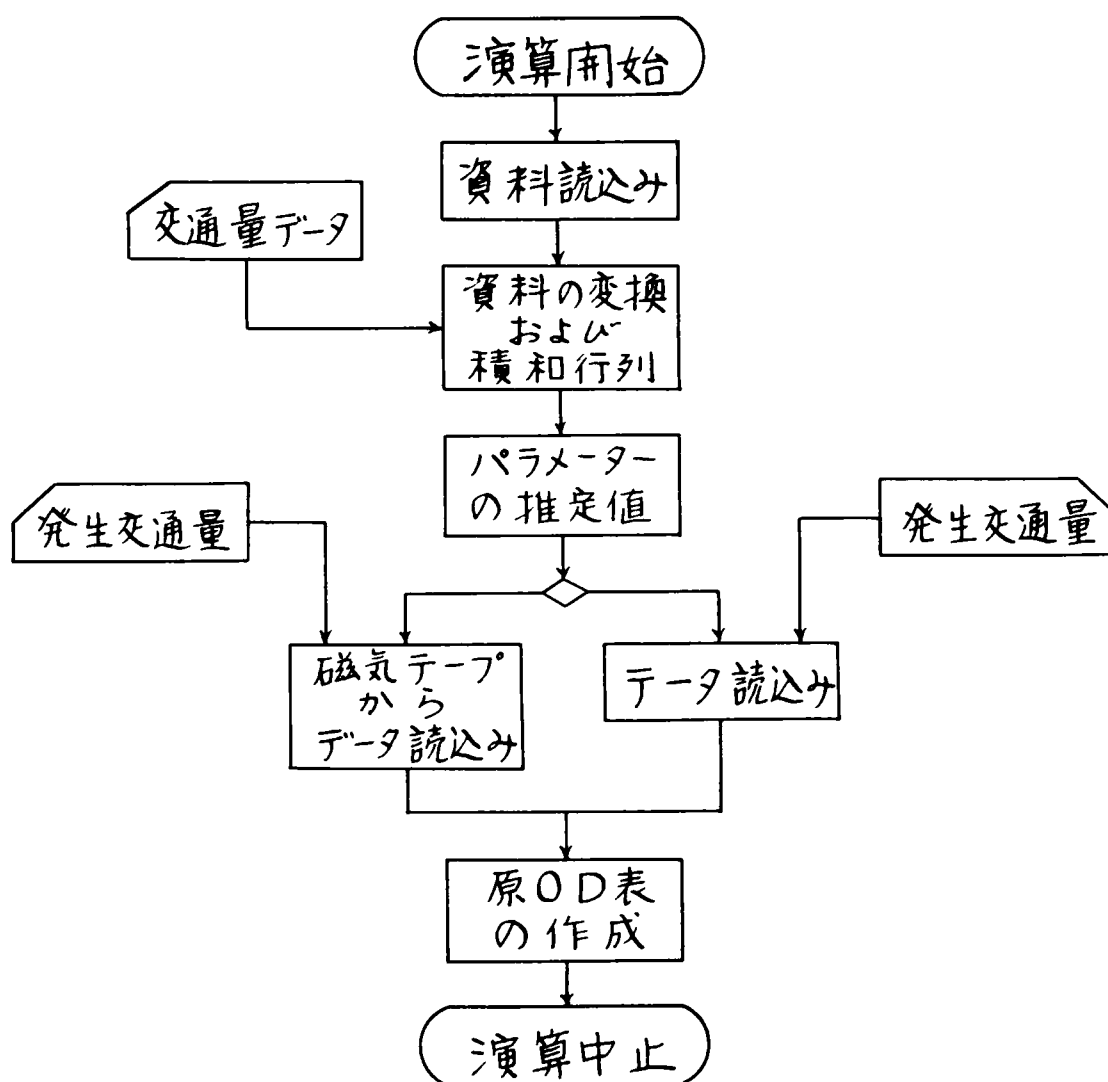


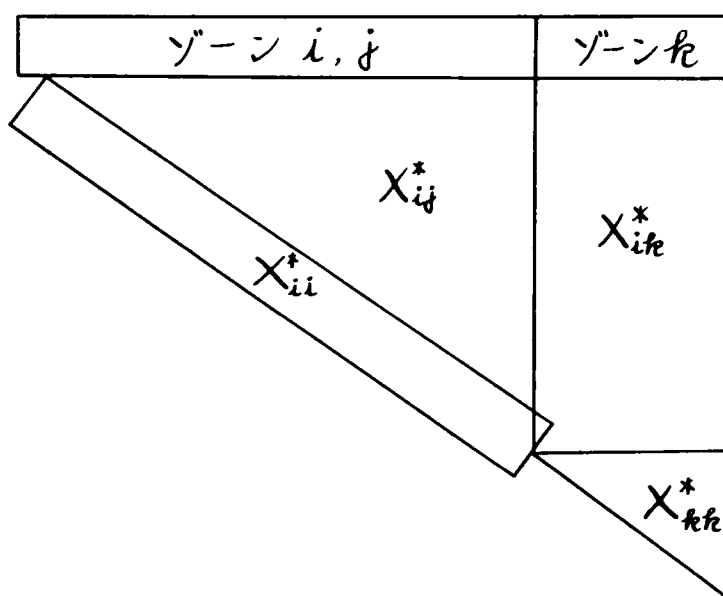
表-4-2 中部地方産業別貨物輸送パラメーター表

産業業種	パラメーター		相関係数 $r$
	$k$	$m$	
1 食料	63.16	0.6832	0.9548
2 繊維	7.22	0.4358	0.8536
3 木材製品	65.17	0.7039	0.9223
4 紙パルプ	5.26	0.2536	0.9715
5 化学	497.61	1.2813	0.9838
6 窯業	15.84	0.4016	0.8744
7 鉄鋼	872.52	1.2319	0.8492
8 機械	297.84	1.0836	0.7450
9 農林水産	12.05	0.8433	0.8562
10 鉱業	16.74	2.8986	0.8476
11 その他産業	61.41	0.9931	0.9132

(iii) 解析対象地域内相互の分布交通の算定についても、ゾーン相互間が長距離にわたる場合と、短距離の場合とではゾーン間交通の結合の度合が異なり、同一重力モデルで解析するのは若干誤差を伴う。

(i) の場合は、図-4-2 の OD 表の中で対象地域内の対角項に相当する分布交通を求めるときに生ずる。これはゾーン内であれば、重力モデルの距離の項が零になつて分布交通量が求められないからである。この解決方法としては、距離  $D$  の代りに定数値を与える方法と、ゾーンごとに平均走行距離を代入する方法および  $X_{ii}^*$  を発生交通量と特定の関数関係で

図-4.2 O D表区分図



算出する方法などが考えられる。

第1の方法は、安部清孝博士が提案された方法<sup>7)</sup>で、交通・経済状態を調査し、ゾーン発生交通量とゾーン内分布交通量の結び付き係数を算出し、これによって距離  $D$  の代りに一定値を代入する方法である。

第2の方法は、重力モデルのゾーン間距離はゾーン相互間の平均走行距離を示すものであるから、ゾーンごとにゾーン間交通の平均走行距離を算出し距離  $D_{ii}$  とする方法である。これらの2通りの方法は、重力モデルの算定式がそのまま使用できて、図-4.2の  $X_{ij}^*$  と  $X_{ii}^*$  は同一モデルとして使用できる便利さがある。



第3の方法は、ゾーン発生交通量とゾーン内交通量の間に一定の関係式を作り、それに基づいてゾーン内交通量  $X_{ii}^*$  を算出する方法である。式(4.9)はその関係式の一例である。

$$X_{ii}^* = k' X_i^{m'} \quad \dots\dots (4.9)$$

ここで、 $k'$ 、 $m'$  はパラメーター

(ii)の問題は、重力モデルを分布交通量の推定に使用する際に対象地域外のゾーン発生交通量が正確には、は握できないこと、ゾーン*k*における発生交通量に比べて分布交通量  $X_{ki}^*$  の割合が小さいことから生ずる。すなわち、対象地域外のゾーンではゾーン分割が非常に大きく、第3章で述べた関数モデル方式や原単位分析による交通量推定を使用するとき、地域内のゾーン*i*の発生交通量推定と同じ精度でゾーン*k*の発生交通量を推定することは困難であり、またゾーン*i*とゾーン*k*の相互間距離が大きく、ゾーン*k*の発生交通量に対してゾーン*k, i*を結ぶ交通の割合は比較的少ないため、対象地域内のゾーン分布交通と同一推定法では誤差が大きくなるものと予想される。さらにこれらの遠距離間の分布交通は、鉄道を含めた陸上交通機関全体の輸送構造の変化が大きく影響する。すなわち、将来交通量を予測するとき鉄道が

らの転換交通量が大きな割合を占めるのは、地域内の分布交通量  $X_{ij}$  ではなくて地域間の相互交通量  $X_{ik}$  である。したがって、他地域のゾーン  $k$  と結ぶ分布交通は普通の重力モデルとは別個に発生交通量の推定と同じ思想に基づいてモデルを構成すべきであろう。

(iii)の問題は、重力モデル式の回帰分析を行なうにあたって、資料を図上にプロットするときに気付く問題である。この解決方法は比較的簡単で、モデル構造が変化するとみられる距離を境界にして資料を複数個に分割して回帰分析を行ない、パラメーターを決定すれば解決する。図-4.3 (1)・(2)・(3)と表-4.3 は建設省近畿地方建設局が、同局管内の交通分析を行なったときの解析結果を示したものである。<sup>8)</sup> なおこの資料についての重力モデル式は、式(4.8)で距離の代りに走行時間を使用したものである。

表-4.3 距離別重力モデルのパラメーター

車 種	パラメーターとその適用範囲		
	$D_{ij} < 4 \text{ Km}$	$4 \text{ Km} \leq D_{ij} < 50 \text{ Km}$	$50 \text{ Km} \leq D_{ij}$
自家用 乗用車	$k=0.103$ ; $m=0.538$	$k=0.327$ ; $m=1.37$	$k=2.39$ ; $m=3.64$
営業用 乗用車	$D_{ij} < 3 \text{ Km}$ $k=0.125$ ; $m=0.482$	$3 \text{ Km} \leq D_{ij} < 15 \text{ Km}$ $k=0.573$ ; $m=1.87$	$15 \text{ Km} \leq D_{ij}$ $k=1.28$ ; $m=2.96$
トラック	$D_{ij} < 4 \text{ Km}$ $k=0.121$ ; $m=0.556$	$4 \text{ Km} \leq D_{ij} < 50 \text{ Km}$ $k=0.573$ ; $m=1.68$	$50 \text{ Km} \leq D_{ij}$ $k=3.29$ ; $m=2.70$

図-4.3 (1) 分布交通量とゾーン相互間距離の関係

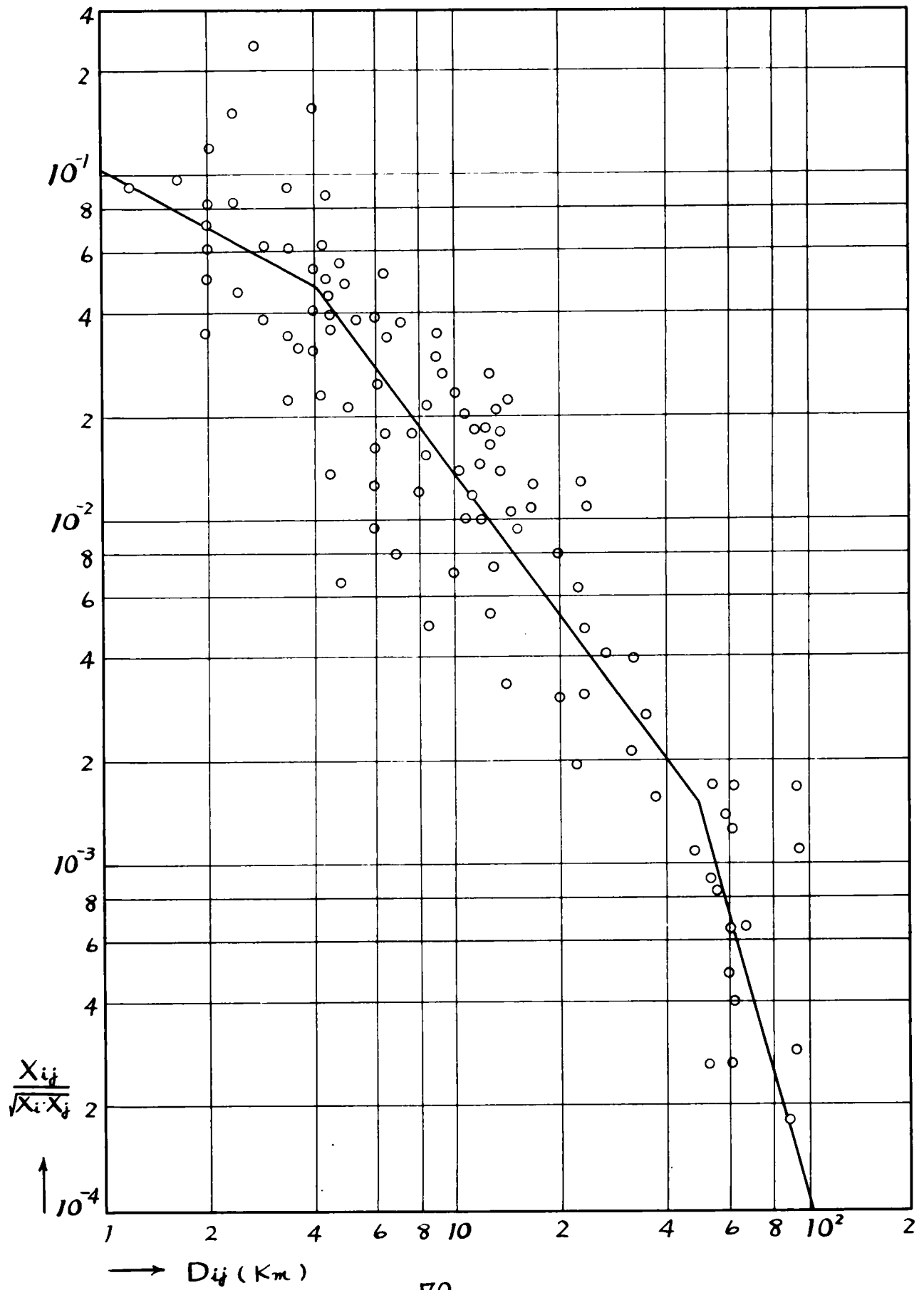


図-4.3 (2) 分布交通量とゾーン相互間距離の関係

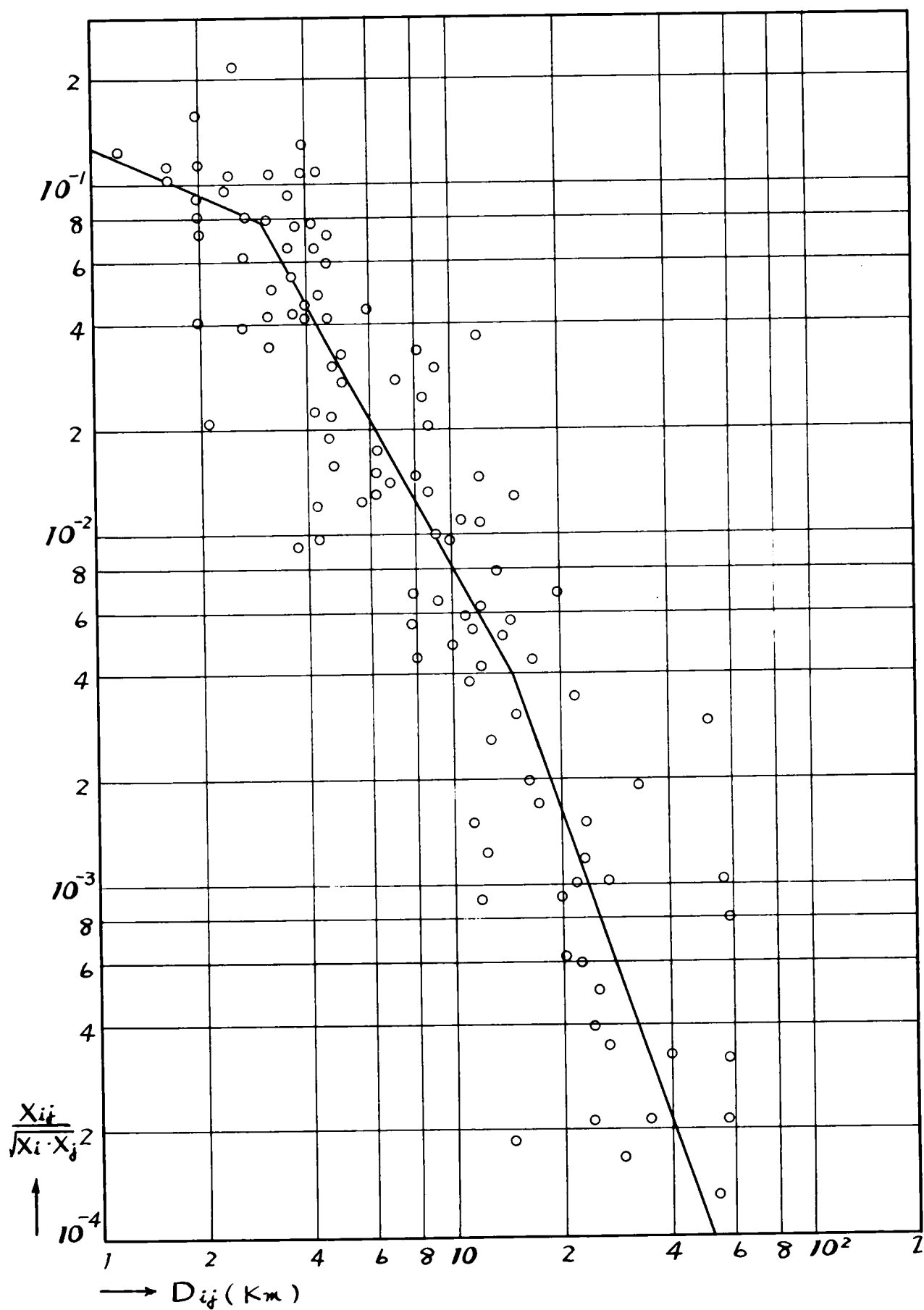
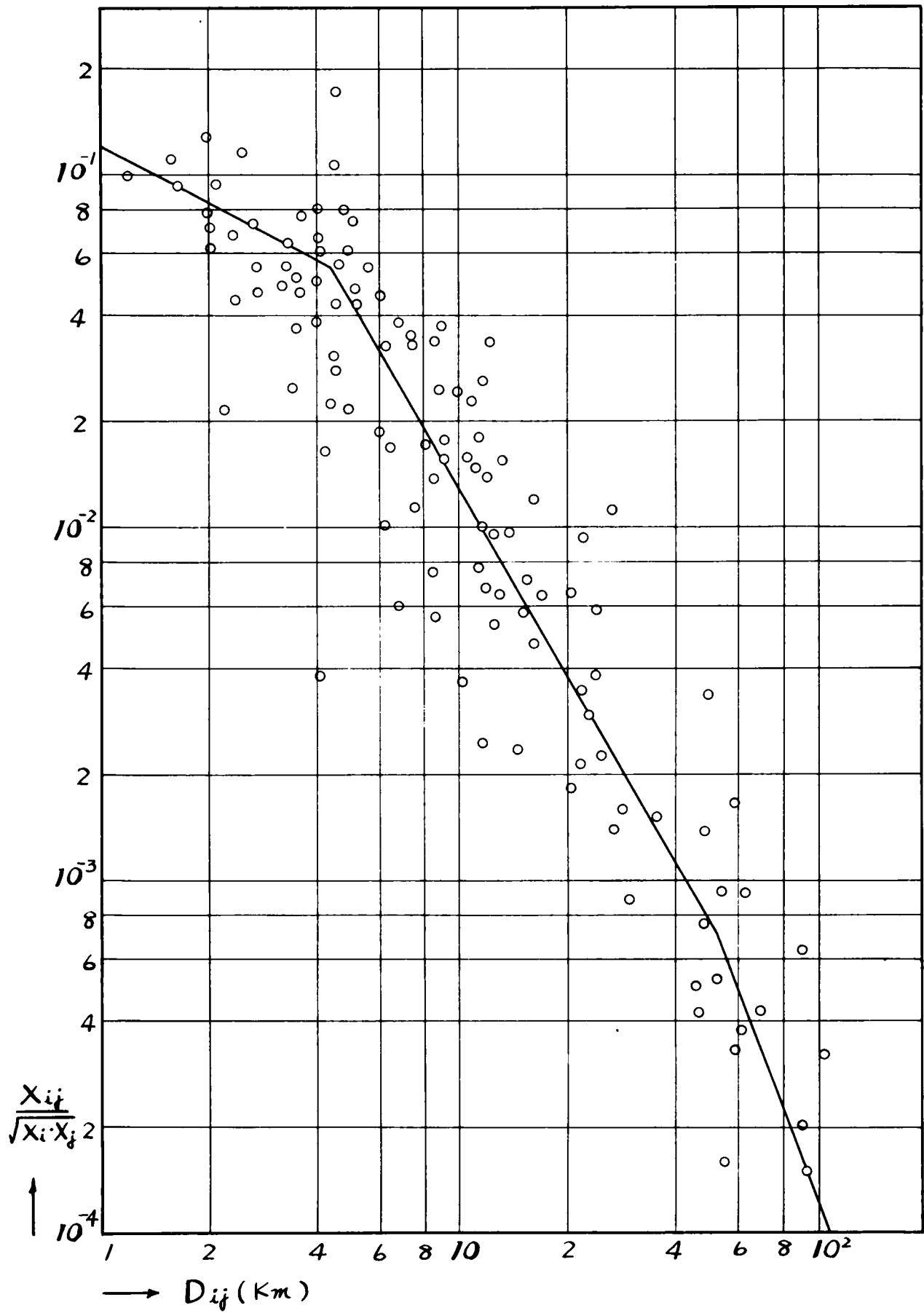


図-4.3(3) 分布交通量とゾーン相互距離の関係



### § 3. 分布交通量推定における収束計算

§ 2. で述べた重力モデルを使用して分布交通量を求め、それを式(3.1)によつて地区ごとに合計してみると、合計値はゾーン発生交通量と一致しない。すなわち、式(3.1)が成立しないので重力モデルによつてえた地区間交通量 $X_{ij}^*$ を修正する必要がある。すなわち、各分布交通量のゾーンごとの合計が最初のゾーン発生交通量に等しくなるような収束計算を行なわなければならない。この収束計算によく用いられる方法に平均係数法・Detroit法・Fratar法などがある。

#### [1] 平均係数法

ゾーン $ij$ 間の交通量は、両ゾーンにおける修正係数の平均値で変わると考える方法である。<sup>4), 9)</sup> すなわち、第1回の修正ゾーン間交通量を $X'_{ij}$ とすれば、 $X'_{ij}$ は式(4.10)によつて求められる。

$$X'_{ij} = \frac{1}{2}(F_i + F_j) X_{ij}^* \quad \cdots \cdots (4.10)$$

$$\text{ここで、 } F_i = \frac{X_i}{\sum_j X_{ij}^*} \quad ; \quad F_j = \frac{X_j}{\sum_i X_{ij}^*} \quad \text{とする。}$$

この方法で計算された  $X'_{ij}$  をゾーンごと集計しても、ゾーン発生交通量とは一致しない。すなわち、式(4.11)

$$\sum_j X'_{ij} \neq X_i \quad \text{----- (4.11)}$$

の状態が続くかぎり収束計算を逐次進めて行き、収束誤差が十分小さくなったとき計算を打ち切る。この一般式は、式(4.12)・式(4.13)のように示される。

$$X_{ij}^n = \frac{1}{2}(F_i^{n-1} + F_j^{n-1}) X_{ij}^{n-1} \quad \text{----- (4.12)}$$

$$F_i^{n-1} = \frac{X_i}{\sum_j X_{ij}^{n-1}} \quad ; \quad F_j^{n-1} = \frac{X_j}{\sum_i X_{ij}^{n-1}} \quad \text{----- (4.13)}$$

ただし  $n-1=0$  のときは  $X_{ij}^{n-1} = X_{ij}^*$

収束計算は  $F_i^n, F_j^n$  がほぼ 1.0 になったときをもつて収束したと判定する。

## [2] Detroit 法<sup>10)</sup>

この方法は、ゾーン  $i$  からの交通はゾーン  $i$  の修正係数  $F_i$  にしたがって修正され、ゾーン  $j$  に対しては  $F_j/F$  の比に比例して吸引されるものと仮定する。このときゾーン  $i$  からゾーン  $j$  への交通量  $X'_{ij}$  は、式(4.14)によつて計算される。

$$X'_{ij} = \frac{X_{i-j}^* (F_i \cdot F_j)}{F} \quad \text{----- (4.14)}$$

$$\text{ここで } F = \frac{\sum_i X_i}{\sum_{ij} X_{ij}^*} \quad \text{----- (4.15)}$$

同様に  $j$  ゾーンからの交通は、 $F_j$  で修正されゾーン  $i$  に対して  $F_i/F$  で吸引されるものとする。したがってゾーン  $j$  からゾーン  $i$  への交通量は、式 (4.15') となる。

$$X'_{j-i} = \frac{X^*_{j-i}(F_j \cdot F_i)}{F} \quad \dots\dots (4.15')$$

$i, j$  間の交通量は、ゾーン  $i$  からゾーン  $j$  への交通とゾーン  $j$  からゾーン  $i$  への交通の和であるから、式 (4.16) が成立する。

$$X'_{ij} = X'_{i-j} + X'_{j-i} \quad (4.16)$$

したがって式 (4.15) と式 (4.15') を、式 (4.16) に代入して式 (4.17) が求められ、これによって修正値をうることができる。

$$X'_{ij} = (X^*_{i-j} + X^*_{j-i}) \frac{F_i \cdot F_j}{F} = X^*_{ij} \frac{F_i \cdot F_j}{F} \quad \dots\dots (4.17)$$

式 (4.17) によってえた修正配分交通量をゾーンごとに集計して  $X_i, X_j$  に一致しないときは、さらに式 (4.18) によって修正計算を続行する。この場合の  $F_i^{\pi-1}, F_j^{\pi-1}$  の定義は式 (4.13) と同じである。

$$X^{\pi}_{ij} = X^{\pi-1}_{ij} \frac{F_i^{\pi-1} \cdot F_j^{\pi-1}}{F} \quad \dots\dots (4.18)$$

### [3] Fratar 法

Fratar 法は J. J. Fratar によって開発されたすぐれた4変



束計算法である。<sup>11)</sup> この方法の考えかたは、ゾーン*i*からの交通の分布は、まず相手ゾーン*j*の修正係数によって規制され、同時にゾーン*i*からの現在の交通の動きに比例する。そしてゾーン*i*からの交通量は、ゾーン*i*の修正係数によって定められる。

*i, j* 間の交通をゾーン*i*の立場から考えるものとして、これを  $X'_{ij}(i)$  とすれば、式(4.19)が成立する。

$$X'_{ij}(i) = X_{ij}^* F_j \frac{F_i \cdot \sum_l X_{il}^*}{F_l \cdot \sum_l X_{il}^*} \quad \dots\dots(4.19)$$

ここで  $l$  は、ゾーン*i*と関係のあるすべてのゾーンを示す。式(4.19)の  $\sum_l X_{il}^* / F_l \sum_l X_{il}^*$  は、ほかのすべてのゾーンがゾーン*i*に及ぼす平均吸引力の逆数を表わす。これはほかのゾーンとの関連について考えたゾーン*i*の位置を示すものであるから、位置の係数とよばれる。位置の係数  $L_i$  を式(4.20)

$$L_i = \frac{\sum_l X_{il}^*}{F_l \sum_l X_{il}^*} \quad \dots\dots(4.20)$$

と定義すると式(4.19)は(4.21)のようになり、

$$X'_{ij}(i) = X_{ij}^* \cdot F_j \cdot F_i \cdot L_i \quad \dots\dots(4.21)$$

同じようにゾーン*j*からの立場から  $X'_{ij}(j)$  を求めると、式(4.21')となる。

$$X'_{ij}(j) = X_{ij}^* \cdot F_i \cdot F_j \cdot L_j \quad \dots\dots(4.21')$$

したがって  $i, j$  間の交通は、ゾーン  $i$  からの全交通とゾーン  $j$  からの全交通を考えて、その平均値が最確値として式(4-22)のように求められる。

$$X'_{ij} = X^*_{ij} \cdot F_i \cdot F_j \frac{L_i + L_j}{2} \quad \dots\dots (4-22)$$

この方法によって分布交通の修正値が求められるが、[1]、[2]と同じように  $F_i$ 、 $F_j$  の値がほぼ 1.0 になるまで修正計算を行なう。この場合の新しい修正係数は、式(4-23)・(4-24)・(4-24')のようである。

$$F_i^n = \frac{X_i}{\sum_j X_{ij}^{n-1}}, \quad F_j^n = \frac{X_j}{\sum_i X_{ij}^{n-1}} \quad \dots\dots (4-23)$$

$$L_i^{n-1} = \frac{\sum_l X_{il}^{n-1}}{F_l^{n-1} \sum_l X_{il}^{n-1}} \quad \dots\dots (4-24)$$

$$L_j^{n-1} = \frac{\sum_l X_{jl}^{n-1}}{F_l^{n-1} \sum_l X_{jl}^{n-1}} \quad \dots\dots (4-24')$$

ただし  $n-1=0$  のときは  $X_{ij}^{n-1} = X^*_{ij}$

つぎに各種の方法による 5 回までの収束計算の実例を、25 地区に分割した名古屋市について示すと表-4-4 のようである。収束速度に関しては Fratar 法が格段に傑出しており、ついで平均係数法がすぐれている。同じような検討が、建設省近畿地方建設局で実施されたが、全く同様の結論をえており、表-4-5 の結論が報告されている。<sup>8)</sup>

表-4.4 各収束計算方法による計算値の比較

交通発生 ノード番号	地区発生 交通量 $X_i$	収束誤差 $ X_i - \sum_j X_{ij}^{(5)} $		
		平均係数法	Detroit法	Fratrar法
1	74670	824.25	764.65	.07
2	104538	486.20	1011.26	3.62
3	122550	1112.42	672.67	11.45
4	72100	162.65	876.46	.02
5	119472	645.72	3642.52	2.61
6	61700	76.47	982.65	.72
11	113650	876.54	1346.26	1.35
12	51831	86.26	164.83	.01
13	114050	764.46	2313.56	3.26
14	108150	532.61	1061.26	2.42
15	266186	1641.29	1236.49	8.75
16	199641	768.66	637.65	10.15
18	171750	262.35	789.24	6.42
20	130020	86.26	524.61	2.10
21	199641	768.66	637.65	10.15
22	125910	643.91	962.61	3.03
23	74867	25.36	426.15	.09
24	108350	557.49	367.44	2.06
26	108350	557.49	367.44	2.06
27	85313	60.08	246.25	.07
28	127533	425.67	1241.56	1.76
31	86680	158.36	624.15	.24
32	59062	207.04	79.64	.01
33	54657	362.64	428.41	.03

表-4.5 収束計算方法に要する電子計算機の計算量の比較

収束計算法	10ゾーンOD 表収束回数	Fratar法を 1としたときの 命令ステップ	Fratar法を1と したときの収束す るまでの計算量
平均係数法	5回	0.60	1.00
加重平均係数法	20回以上	0.64	4.27
Detroit法	20回以上	0.62	4.14
Fratar法	3回	1.00	1.00
塚原法 <sup>(1)</sup>	〔再度検討し たが負がでる〕	0.70	—
〃 <sup>(2)</sup>		0.68	—
〃 <sup>(3)</sup>	10回以上	0.81	2.70
〃 <sup>(4)</sup>	15回以上	1.13	5.65

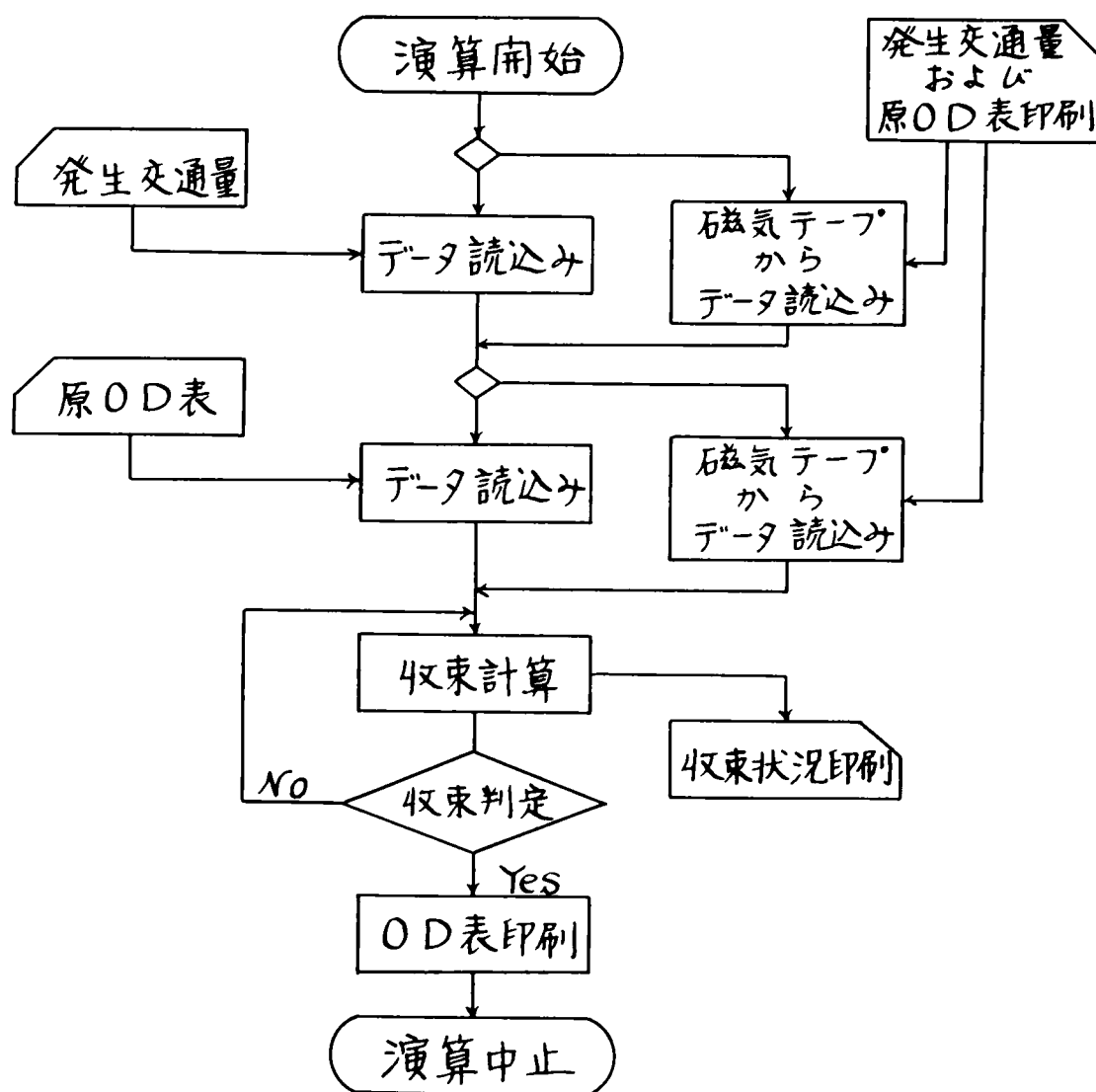
なお、この計算は10ゾーンOD表で  $X_i = \sum_j X_{ij}^n$  が、  
 $X_i$  の5%にまで収束するときの計算結果である。

Fratar法による収束計算を電子計算機で行なう場合の  
 手順を図示すれば、図-4.4のようである。

対象地域外のゾーンと結ぶ交通  $X_{ik}$  については、収束計  
 算を除外したほうがよい。この理由は、 $k$ ゾーンにおける分  
 布交通は、 $k$ ゾーンの一部の交通だけが解析対象地域の交  
 通としてOD表に現われるので、収束計算のひずみをその一  
 部分の交通で負担する結果になるからである。

つぎに、平均係数法・Fratar法などの収束計算は、こ  
 れを直接分布交通量の推定方法に使用してもよい。とくに、  
 Fratar法はゾーン発生交通量さえ別途に推定されるならば

図-4.4 フレータ法のブロックチャート



、分布交通量の推定法としてすぐれた計算法である。この場合には重力モデル式による分布交通量  $X_{ij}^*$  の代りに調査されているOD交通量  $X_{ij}$  を使用すればよく、したがって修正係数も、 $F_i = X_i / \sum_j X_{ij}$  で示され、これは  $i$  ゾーンの交通成長率を示す係数となる。

#### §4. ノードOD交通量の推定

ゾーン相互間にわたる分布交通量が推定された場合に、そのOD交通量をただちに道路網上を流れる交通量として利用できる場合と、推定されたOD交通量では計画対象道路網に対してゾーン分割が粗すぎて、そのままの値では解析に利用できない場合とがある。ここでは後者の場合の解析方法を述べる。

$i, j$  ゾーンを結ぶ分布交通量を  $X_{ij}$  とし、 $X_{ij}$  を  $i$  ゾーン、 $j$  ゾーンにある数個の代表点（これを仮にノードと略称する）に交通の起終点が代表されるものとするれば、 $X_{ij}$  をこのノード間OD交通量に変換する必要がある。

$i$  ゾーンには交通発着点ノード  $I$  が  $I(i)$  個存在し、 $j$  ゾーンには交通発着点ノード  $J$  が  $J(j)$  個あるとすれば、

$X_{ij}$  は  $I(i)$   $J(j)$  個の  $X_{IJ}$  に分割される。 $X_{ij}$  交通の中で、 $j$  ゾーンのノード  $J$  と結ぶ交通は式(4.25)のように示される

$$X_{IJ} = X_{ij} \cdot \frac{X_J}{X_j} \quad \dots\dots (4.25)$$

ここで  $X_{IJ}$  は、 $X_{ij}$  の中でノード  $J$  に一方のトリップエンドをもつ交通である。

さらにこの  $X_{IJ}$  の中で  $i$  ゾーン内のノード  $I$  に端点のある交通  $X_{IJ}$  は、式(4.26)のように求まる。

$$X_{IJ} = X_{IJ} \cdot \frac{X_I}{X_i} = X_{ij} \cdot \frac{X_J}{X_j} \cdot \frac{X_I}{X_i} \quad \dots\dots (4.26)$$

$X_I/X_i$ ,  $X_J/X_j$  は、それぞれ  $i$  ゾーン、 $j$  ゾーン内におけるノード  $I, J$  の交通発生率であるから、交通発生率を  $\gamma$  として、

$$\frac{X_I}{X_i} = \gamma_I \quad ; \quad \frac{X_J}{X_j} = \gamma_J$$

とおけば、 $X_{IJ}$  は式(4.27)として求められる。

$$X_{IJ} = X_{ij} \cdot \gamma_I \cdot \gamma_J \quad \dots\dots (4.27)$$

したがって各ノードごとに交通発生率を決定しておけば、ノード間  $OD$  交通量  $X_{IJ}$  は容易に求められる。

この計算は平易な計算であるが、作業量が大きくなるので組織的な計算方法をとる必要があり、とくに交通流解析として、交通需要の推定から始まって、道路網における交通配分までを一連のシステム解析とするときには、このノード  $O$

OD交通量の算出を電子計算機で行なわせることが必要となる。この場合、ノードOD表では起終点の個数が多くなるので、式(4.27)を一括して計算せず、式(4.25)の計算と式(4.26)の計算とに分割してマトリックス計算をするのが得策である。

## §5. 結語

解析対象地域の各ゾーンごとの発生交通量が推定された場合に、その交通量に基づいて行なう交通流解析への中間段階の解析として交通形態の想定作業がある。

本章では、交通形態想定解析作業をゾーン相互間分布交通量の推定、推定分布交通量と発生交通量との間の誤差の収束計算、ゾーン分布交通量からノード間OD交通量への変換の3段階に分けて、方法論と特徴を論じた。

分布交通量推定については、将来交通量が4段階推定法で推定された場合に、分布交通量を求める一般的な方法として、現在パターン法と重力モデル法の算定方法を紹介した。

また重力モデル法については、パラメータ $k, m$ の決定方法を述べた。ついで重力モデル法の特徴を指摘し、重力モ



デルの誘導形の特徴について論述した。また著者が東海地方の交通解析に使用した重力モデルのパラメーターを自動車交通の場合と、産業別貨物輸送（輸送機関は海上・陸上の全機関にわたる）の場合について例示した。最後に重力モデルによる分布交通量算出の問題点とその解決方法を指摘した。

分布交通の推測計算によってえられた交通量のゾーンごとの合計が発生交通量と一致しないため収束計算を必要とする。この収束計算法として平均係数法、*Detroit* 法、*Gratar* 法の3方法の論理を述べ、収束計算の一般式を紹介した。ついて各方法による収束計算の収束速度を実例により比較し、*Gratar* 法がすぐれた収束計算法であることを確認した。また *Gratar* 法は、発生交通量推定方法にも応用できることを指摘した。

最後にゾーン間分布交通量を道路網上のノード間OD交通量に分割する方法を展開し、電子計算機による計算方法の注意事項を指摘した。

## 参 考 文 献

- 1) 米谷栄二, 渡辺新三, 毛利正光: 交通工学, 第8章 道路交通量の推定, 国民科学社, pp. 169~196, 1965.
- 2) G.E.Brokke and W.L.Mertz; Evaluating Trip Forecasting Methods with an Electronic Computer, Public Roads, Vol. 30, No. 4, Oct. 1958. pp. 77 - 87.
- 3) F.B.Curran and J.T.Stegmaier; Travel Patterns in Fifty Cities, Public Roads, Vol. 30, No. 5, Dec. 1958. pp. 105 - 122.
- 4) 毛利正光: 大阪の道路計画と将来交通量の予測について, 都市問題研究, Vol. 14, No. 12, 1962. pp. 100~120.
- 5) 愛知県土木部編: 愛知県道路網調査報告書, 1965.
- 6) 建設省中部地方建設局編: 日本横断運河建設計画調査報告書, 1965. 4.
- 7) 安部清孝: 地方計画における道路網策定に関する研究, 第9章道路網路線の将来交通量推定により進んだ考え方, 学位論文, 1961. 9. pp. 184~194.
- 8) 建設省近畿地方建設局編: 大阪周辺における交通量の解析と推計方法について, 1963. 4.
- 9) 米谷栄二: 起終点調査にもとづく街路網計画について, 土木学会論文集, 34号 1956. 5.
- 10) Detroit Metropolitan Area Traffic Study; Part II, 1956.
- 11) Thomas J. Fratar; Forecasting Distribution of Internal Vehicular Trips by Successive Approximations, Proceedings of the Thirtythird Annual Meeting of Highway Research Board, 1954.

## 第5章 交通流配分理論

### § 1. 概説

地域の経済発展の予測にしたがい、地域相互間の交通需要が推定できたときに、この需要がいかなる交通機関を利用して輸送を完了するかを分析することは交通施設計画にとって重要な課題である。この問題は多くの不確定要素を含むためその解決は容易ではないが、問題を解決するいとぐちさえ見つかれば地域開発の誘導的な手段としても大きな役割りを果たすものと考ええる。

地域発展の予測や交通需要の推定においては、計画目標年度の産業の有効需要を尺度とすることが多く、この場合地域間相互の貨客の輸送条件は需要を十分に満たすものとして解析を進めるのが普通であり、輸送のどのあい路も先行的な公共投資により打破されるものとしている。しかし実際にはすべての輸送施設を十分整備することは建設投資の効果からみて得策ではなく、その地域の有効需要を支えるのに最も効果の大きい輸送経路への集中投資が望ましい。この見地から

交通需要がどの経路でどれだけ輸送されるかを分析することが重要な課題であると考え、すなわち交通需要の量と形態が推測できたときに計画交通網の各区間にどれだけの輸送負担量が生ずるかをあらかじめ分析しようとするもので、現存する交通網に新しく路線が設置される場合、その交通路にどれだけの輸送量が生じ、在来の交通路線の輸送負担量がどんな影響を受けるかを解析するもので、交通計画の基礎分析として欠くことのできないものである。この解析を交通配分の解析と称することにし、本章では主として道路網計画における交通配分について基礎的な理論を述べる。

この交通配分解析は道路網計画における適用だけに止まらず、地域計画・国土計画における交通施設計画の検討にも、また都市の交通計画における機関別分担輸送量予測の解析にも応用できるものである。

交通配分の解析理論は大別して3つの方法が考えられる。その第1は、リニヤー・プログラミング理論（以下L.P.理論と略称する）を応用する方法であり、第2の方法は競合路線を先決して連立方程式により解析を進めるものである。また第3はネットワーク理論の展開を行ない、この論理構成を交通網に応用してネットワーク内の流れをシミュレーションによって

解決するものである。

本章では道路網計画における交通流配分の解析についてその進展する方向の展望を示し、つぎにL.P.理論による交通配分の基礎概念と解析手段を述べる。また、連立方程式による配分解析についても基礎概念と解析手段について論ずる。最後にネットワーク理論の展開を行ないこの方法が道路網のように網構成の規模が大きい場合の解析にすぐれたものであることを証して次章以下の交通流解析のシミュレーションへの基礎論理を明示する。

## § 2. 道路網計画における交通流配分解析の展望

道路網計画に交通流配分の考え方が導入されたのはかなり以前であり、初期の段階では転換交通量の算出という形式で論議された。新設道路ができた場合、在来道路から何割ぐらいの交通量が新路線に転換してくるかという転換率の算定に論議が集中し、両路線間の走行経費・所要時間や安全性・快適性といった要因の相対的關係とそれらの計量的指標から転換率を求めて交通量を算出する方式がとられた。

転換率算定の計量的指標として最もよく利用されたものは

AASHO が示した時間比転換率曲線<sup>1), 2)</sup>である。これは新旧路線の所要時間比によって新路線への転換量を求めるもので、旧路線Aから新路線Bへの転換率  $P_B$  は式(5.1)により算出される。

$$P_B = a(T_A/T_B)^b \quad \dots\dots (5.1)$$

ここで  $T_A$  ; A路線の所要時間  
 $T_B$  ; B路線の所要時間  
 $a, b$  はともに過去の資料から決定される係数

この方式の最大の欠陥は旧路線から新路線への転換量として配分交通量を算出する点にある。すなわち、2路線間の競合問題としてではなく、一方を基準として配分交通量を算出するので基準とする路線が変われば、えられる答が異なる点である。たとえば式(5.1)によりA路線に残留する交通量の割合いを求めれば

$$P_A = 1.0 - P_B = 1.0 - a(T_A/T_B)^b \quad \dots\dots (5.2)$$

であるが、いまB路線を基準としてA路線への配分交通を考えると式(5.1')で求められる。

$$P_A = a(T_B/T_A)^b \quad \dots\dots (5.1')$$

しかし、式(5.1')の結果と式(5.2)の結果は等しくはならない。両路線の基準をどちらにとるかという選択尺度をかえるだけで所要時間・係数の変化なくして配分関係が変わる。

矛盾を含んでいる。

この AASHO の転換率曲線の矛盾を除いて新旧の別のない転換率が3路線以上に拡張されたときの適用を日本道路公団佐佐木桓一氏が提案しておられる。<sup>3)</sup> その方法の概略はつぎのようである。対象路線における可能なすべての一对の路線組み合わせにおいて、それぞれ新設路線・既存路線とした場合の新設路線への転換率および既存路線に残留する交通の割合を求め、1路線におけるそれらの合計と全対象路線との比率がその路線の分担率になるというものである。3路線についての計算方法を表示すれば表-2.2 のようである。

表-2.2 道路の交通量推定

残量 蚕食量	経路 A	経路 B	経路 C	蚕食量合計
経路 A		$1-T_B \rightarrow A$ $T_B \rightarrow A$	$1-T_C \rightarrow A$ $T_C \rightarrow A$	$T_B \rightarrow A + T_C \rightarrow A = T \rightarrow A$
経路 B	$1-T_A \rightarrow B$ $T_A \rightarrow B$		$1-T_C \rightarrow B$ $T_C \rightarrow B$	$T_A \rightarrow B + T_C \rightarrow B = T \rightarrow B$
経路 C	$1-T_A \rightarrow C$ $T_A \rightarrow C$	$1-T_B \rightarrow C$ $T_B \rightarrow C$		$T_A \rightarrow C + T_B \rightarrow C = T \rightarrow C$
残量 計	$(1-T_A \rightarrow B) + (1-T_A \rightarrow C)$ $T_A \leftarrow$	$(1-T_B \rightarrow A) + (1-T_B \rightarrow C)$ $T_B \leftarrow$	$(1-T_C \rightarrow A) + (1-T_C \rightarrow B)$ $T_C \leftarrow$	6

注  $T_A \cdot T_B \cdot T_C$  は経路 A・B・C についての走行所要時間。

また California の道路局では転換率を時間と距離の双曲

線関数で示し、式(5.3)のように算出する方法を提案している。<sup>2),4)</sup>

$$P_n = 50 + \frac{50(d + mt)}{\sqrt{(d - mt)^2 + 2b^2}} \quad \text{----- (5.3)}$$

ここで  $P_n$  ; 新路線への転換率 (%)  
 $d$  ; 短縮距離 (マイル)  
 $t$  ; 節約時間 (分)  
 $m$  ; 時間1分当たりの短縮距離換算係数 0.4 ~ 0.5  
 $b$  ; 100% および 0% の境界値を実測から補正する係数

わが国においても走行便益比による転換交通量の算出方法はよく用いられ、たとえば名神高速道路の交通量推定では鉄道から道路への貨物および旅客の転換量を算出する方法として時間運賃比係数( $\gamma$ )を品目・旅客別に求めて、それに対応する時間運賃選好曲線により鉄道から道路への転換量を出し、それから一般道路の分を差し引いて名神高速道路の交通量を推定している。<sup>5)</sup> このときの $\gamma$ の算出方法は、式(5.4)のようである。

$$\gamma = \frac{F_a - F_r}{F_r} \bigg/ \frac{T_r - T_a}{T_r} \quad \text{----- (5.4)}$$

ここで  $F_a$  ; 道路運賃  
 $F_r$  ; 鉄道運賃  
 $T_a$  ; 道路輸送時間  
 $T_r$  ; 鉄道輸送時間

また首都高速道路の交通量推定では AASHO の時間比曲線を有料料金の時間換算額だけ移程した換算曲線によって支



通流配分解析を進めている。<sup>6)</sup> 式(5.5)がその算出式である。

$$\left. \begin{aligned} P &= a(\gamma)^b \\ \gamma &= \frac{T_r + R/c}{T_a} \end{aligned} \right\} (5.5)$$

ここで  $P$  ; 転換率  
 $R$  ; 料金  
 $\gamma$  ; 走行時間比  
 $C$  ; 単位時間当たり時間便益  
 $T_a$  ; 一般街路走行時間  
 $T_r$  ; 高速道路走行時間

このような転換率解析からさらに一歩進んで対象となる輸送路線間の競合問題として解析が進められるようになった。この中でとくに注目すべき報告として情報理論の応用と輸送時間—輸送費用関数による配分率の決定がある。

情報理論を応用する方法<sup>7)</sup>の概要はつぎのようである。いま3本の道路  $a \cdot b \cdot c$  があって同一  $OD$  を有する交通量がそれぞれ  $P_a \cdot P_b \cdot P_c$  の割合いで配分されたとする。このとき平均の情報量  $H$  は、式(5.6)で求められる。

$$H = -P_a \log P_a - P_b \log P_b - P_c \log P_c \quad \text{-----} (5.6)$$

つぎに例として時間を要素にとれば、各道路経由の所要時間を  $t_a \cdot t_b \cdot t_c$  とすると平均時間は式(5.7)でえられる。

$$t = P_a t_a + P_b t_b + P_c t_c \quad \text{----- (5.7)}$$

$H/t$  を最大にする  $P_a \cdot P_b \cdot P_c$  が求める解であつて、これは式 (5.8) により求められる。

$$W^{-t_a} + W^{-t_b} + W^{-t_c} = 1 \quad \text{----- (5.8)}$$

$$\text{ここで } W^{-1} = 2^{-H/t}$$

計算例として情報量に所要時間・走行経費・快適性などを取り、これらの要因ごとに  $P_a \cdot P_b \cdot P_c \dots$  を計算し、別途に経路別交通量の実測資料を取り、計算値の検定を行なつて精度を高めることが平原氏により提案されている。<sup>7)</sup>

輸送時間—輸送費用の関係から配分率を算定する方法は従来もしばしば提案されており、AASHO の転換率曲線もこの範ちゅうに入る。ここでは国土縦貫高速道路中央道調査において早稲田大学生産研究所の提案した方法<sup>8)</sup>を述べる。貨物輸送に関し、ある特定の経路への配分率は平均配分率 ( $m$  本の経路があれば  $1/m$  となる) からの偏寄が、その輸送経路の費用と輸送時間の平均よりの偏寄の一次関数として分析される。

$$S_g = \frac{1}{m} \left[ 1 + a \left\{ \frac{\sum_m (k_m + \mu t_m)}{m} - (k_g + \mu t_g) \right\} \right] \quad (5.9)$$

ここで  $S_g$ ; 輸送経路  $g$  への配分率  
 $m$ ; 競合する輸送手段の数  
 $k_m$ ; 経路  $m$  による輸送費用  
 $t_m$ ; 経路  $m$  による輸送時間

$\mu$  ; 時間便益率  
 $\lambda$  ; 偏寄に関する係数

交通配分のつぎの展開は L.P. 理論および転換率時間比曲線を応用する連立方程式理論の展開であり、これらは現在でも交通網計画の基礎解析として有用なもので、著者の展開するネットワーク理論の応用とともに今後も配分理論の中核をなすものと思われるので節を改めて評述する。なおこのほか統計学的手法を用いて数経路間の交通分担を論じた報告がみられるが、それについては第6章で著者の分担交通量の考え方と一緒に論ずる。

なお街路網の交通配分については、米谷栄二博士の先導的な研究がある。<sup>9)</sup> すなわち、街路を自動車が行き止まりする場合、街路条件と交通状態によりある障害を受ける。この障害を交通流に対する抵抗として輸送力を低下させるものと考えて街路網計画の基本的指針とし、その街路網に生ずる総交通抵抗を最小ならしめるように計画を立案すべきであるとして、京都山科地区街路網に計画実施を試みておられる。交通抵抗の算定式としては走行抵抗と交差点抵抗に分けて、式(5.10)を提案されている。

$$F = \int_0^l a f(x) dy + \sum_{i=1}^n \alpha c_i x \quad \cdots \cdots (5.10)$$

$F$  ; 交通抵抗  
 $l$  ; 街路延長  
 $n$  ;  $l$  のうちに含まれる交差点の数  
 $x$  ; 交通量  
 $\alpha_c$  ; 交差点係数

式(5.10)第1項の関数は路面・こう配・曲線・幅員および交通量の関数として与えるものである。この試みは本章§3.へ§5.で述べる交通配分に対して指針を与える先導的な役割りを果すものであった。

### § 3. L.P.理論の応用

輸送問題にL.P.の手法を応用する方法はW. Cooper<sup>10)</sup>やC. Koopmans<sup>11)</sup>などによってかなり以前から論じられている。しかしKoopmansらのL.P.による輸送問題の解法は、需要地と供給地間の商品の輸送を論じたもので、経路については特別の考慮が拂われていなかった。すなわち、需要地と供給地間における商品単位量当たりの輸送費を尺度として総輸送費用が最小になるよう、供給地から需要地への輸送量を求める問題として解かれてきた。このため輸送する商品の発送地は、供給地の中で最も条件がよくまた到着地又は需要地の中でも最も好条件の地が選ばれるため、道路の交通流配分と

はかなり事情を異にしている。道路網における交通流配分の問題は特定のOD交通量が与えられており、その起点と終点を変更することなく経路のみを決定して対象道路網の各区間が負担すべき交通量を算出することであり、起終点が固定されている点が大きな制約条件となっている。

L.P.理論を道路網の交通流配分に応用して実際の適用を可能にしたのは佐佐木綱博士のすぐれた研究である。<sup>12)</sup> 道路の容量・OD交通量を制約条件として条件式を作成し、その上で道路網を走行する全交通の経費損失や所要時間が最小になるよう目的式を立て解を求めるものである。その概要はつぎのようである。

いま道路網を構成している経路  $ij$  を走行するに要する平均時間を  $T_{ij}$ 、交通量を両方向合わせて  $X_{ij}$  とすると、指標  $I = \sum_{ij} T_{ij} X_{ij}$  が小さいほどその道路網は良好なりと定義する。したがって各OD交通量の起終点  $i \cdot j$  につき、

$$I = \min \sum_{ij} T_{ij} X_{ij} \quad \text{----- (5.11)}$$

を成立させる道路網が最良だといえる。しかし式(5.11)を成立させるだけでなく、交通量に関する制約条件がある。第1の条件は、どの道路における交通量もその道路の容量以上にはならずまた負にもならないということであり、第2には

どの道路網においても与えられた起終端を持つ交通量は不変であるということである。いま道路  $ij$  の交通量  $X_{ij}$  のうち、目的地  $k$  へ向う交通量を  $X_{ij,k}$  および  $X_{ji,k}$  で表わす。ただしこの2つの交通量はそれぞれ反対向きの交通量であり、方向を区別するための記号である。したがってすべての  $ij, k$  に対して

$$X_{ij} \equiv X_{ji} = \sum_k (X_{ij,k} + X_{ji,k}) \quad \text{----- (5.12)}$$

この  $X_{ij}$  は道路の容量  $C_{ij}$  以下でなければならぬので、式 (5.12) の  $X_{ij}$  は式 (5.13) の制約を受ける。

$$\sum_k (X_{ij,k} + X_{ji,k}) \leq C_{ij} \quad \text{----- (5.13)}$$

また交通量が負となることは考えられないので、式 (5.14) が成立する。

$$X_{ij,k} \geq 0 \quad ; \quad X_{ji,k} \geq 0 \quad \text{----- (5.14)}$$

第2の条件式については、 $i$  から  $k$  へ向う交通量を  $X_{i,k}$  と表わすと  $i, k$  は交通の起終端を表示しているのであるが、

$X_{ij,k}$  の  $i$  は交通の起点を表わしてはいない。この点を明示するために起点  $i$  を持ち  $ij$  を通って目的地へ向う交通量を  $X_{ij,k}$  として区別すると、

$$X_{i,k} = \sum_j X_{ij,k} \quad \text{----- (5.15)}$$

が成立する。

図-5.1 道路網模型図

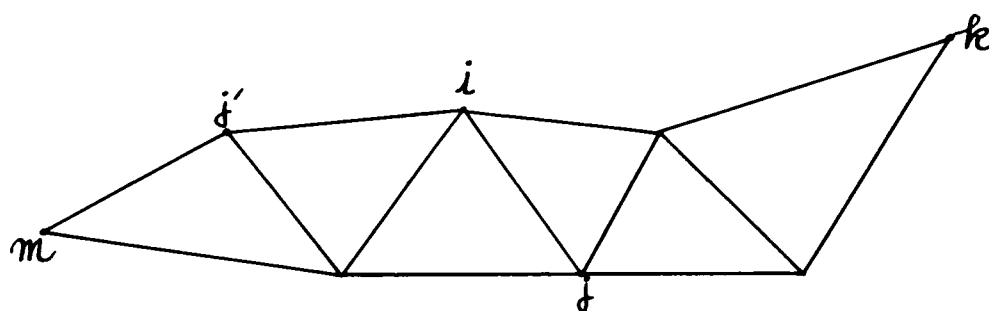


図-5.1のように  $i, j$  と一致しない任意の点を  $m$  とし、 $m$  を起点とし  $ij$  を通って  $k$  へ達する交通量を  $\chi_{m, ij, k}$  と表わすことにすると、式(5.16)が成立しなければならない。

$$\chi_{ij, k} = \sum_k \chi_{ij, k} - \sum_m \chi_{m, ij, k} \quad \text{----- (5.16)}$$

ここで  $\chi_{m, ij, k}$  は  $ij$  に入る前に必ず  $i$  の隣接点のいずれか1つ  $j'$  を通過しなければならないから

$$\sum_m \chi_{m, ij, k} = \sum_{j'} \chi_{j', ij, k} \quad \text{----- (5.17)}$$

となり式(5.16)を式(5.17)に代入すると、式(5.18)がえられる。

$$\begin{aligned} \chi_{i, k} &= \sum_j (\chi_{ij, k} - \sum_{j'} \chi_{j', ij, k}) \quad \text{----- (5.18)} \\ &= \sum_j \chi_{ij, k} - \sum_{j'} \chi_{j' i, k} \\ &= \sum_j (\chi_{ij, k} - \chi_{ji, k}) \end{aligned}$$

したがってOD交通量  $O_i D_j$  が与えられると必ず式(5.19)が成立する。(これがオ2の条件である)

$$\sum_k (X_{ij,k} - X_{ji,k}) = O_i D_j \quad \text{----- (5.19)}$$

以上の式(5.13)・(5.14) および式(5.19) を制約条件として式(5.11) を満足する  $X_{ij,k}$  を算出するのであるが、式(5.13)・(5.14)・(5.19) は1次式であっても、式(5.11) の  $T_{ij}$  が  $X$  の関数として示されるときは非線型計画の解法となる。佐佐木博士は  $T_{ij}$  の計算に  $C_{ij}$  と区間  $ij$  間の速度  $V_{ij}$  および距離  $L_{ij}$  の関係を導入して、式(5.20)の関数を実験的に求め、式(5.21) を提案されている。

$$X_{ij}/V_{ij} \equiv h(X_{ij}) \quad \text{----- (5.20)}$$

$$\begin{aligned} h_{ij}(X_{ij}) &= A_{ij} X_{ij} + B_{ij} \\ &= A_{ij} \sum_k (X_{ij,k} + X_{ji,k}) + B_{ij} \quad (5.21) \end{aligned}$$

式(5.21) の  $A_{ij}$ ・ $B_{ij}$  は道路の幅員および路面状態によって定まる定数であるから式(5.21) はL.P.問題として解くことが可能である。

この方法は道路網における交通流解析だけでなく、水路・鉄道・道路を含んだ場合の最適な交通機関の決定にも手法的にはそのまま適用できるものである。しかしL.P.理論の解はある経路に交通が全部のるか否かが原則で、1つのOD交通量が2経路以上に分れるのは輸送施設の容量によって交通が分割されたときだけである。しかし現実の交通では常に1



つの輸送手段のみが選ばれることは、きわめて稀なことでの  
 の点では実際面とかなりずれてくる。もう一つの欠点はOD  
 交通の組合わせが多くなると、電子計算機でも解が容易にえ  
 られない点である。したがってこの方法を適用する場合とし  
 て、マクロ的に輸送の骨組みを解析するときにはきわめて有  
 効であり、広域地域間の輸送形態の推定にもっと用いられて  
 よいのであるが、規模が大きくて木目の細かい道路網におけ  
 る交通流解析にはむかないものとする。この方法の中に分  
 担交通流の考え方を導入するためには、比較経路との間に走  
 行時間比と分配率の比例関係を導入することによって解決さ  
 れることが佐佐木博士により明らかにされたが、<sup>13)</sup> 道路網の  
 形状によってはかなり難解なものとなることがある。

#### §4. 連立方程式の応用

連立方程式を応用する方法は、日本道路公団の星野哲三  
 氏によって開発された研究である。<sup>14)・15)</sup> この方法は解析の  
 対象となるOD交通のすべてについて最短経路および競合路  
 線となる経路が別の方法で先決されるものとし、OD交通ご  
 とに走行時間比により経路配分が行なわれるものとして解析

対象道路網の各区間交通量を算出する。この解を求めるに当たり若干の制約条件が導入される。その主な論理構成はつぎのようである。

- i) ある  $O D$  交通量が 1 本の経路をたどるとき、その経路中の区間で増減しない。(連続方程式)
- ii) 競合路線間の所要時間比を求める。(時間方程式)
- iii) 競合路線間の配分交通量を所要時間比の関数とする。(転換方程式)
- iv) ある道路区間の交通量はその区間を通過するすべての  $O D$  交通量と局所交通の和から成立する。

この理論式の大略を星野氏の報告にしたがってまとめるとつぎのようである。説明を簡単にするために、図-5.2 のような道路網が与えられ、解析対象  $O D$  交通量として①へ②、①へ③、②へ③を考えて  $O D$  間の通りかたを 2 通りだけにした場合を述べる。なお車種区分は省略する。

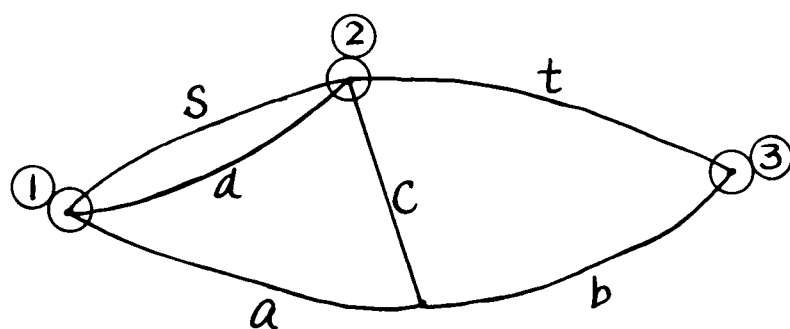


図-5.2

## (1) 記号の定義

$Q_i^j$ ; ゾーン  $i$  からゾーン  $j$  へ向う一方方向時間交通量

$Q$ ; 地塊 ( $a$ ) における一方方向時間交通量

$Q_i^j$ ; 地塊 ( $a$ ) における  $i$  から  $j$  へ向う一方方向時間交通量

$Q_a$ ; 地塊 ( $a$ ) における問題としている  $OD$  をもつ交通量  
以外の一方方向時間交通量

$f(a)$ ; 地塊 ( $a$ ) で代表される道路区間を、一方方向時間交通  
量が  $Q$  のとき走行するに要する時間

$\alpha$ ; 分岐点から合流点まで、一方の路線経由と他の路線  
とでそれぞれ要する走行時間の比

$F(\alpha)$ ; 走行時間比  $\alpha$  を変数とする転換率係数。道路状況や  
車種別・通行料金の有無などにより関数形は異なる

## (2) 連続方程式

$$\left. \begin{aligned} Q_1^2 &= S_1^2 + d_1^2 \\ Q_1^3 &= S_1^3 + a_1^3 \\ Q_2^3 &= t_2^3 + C_2^3 \end{aligned} \right\} \quad \text{----- (5.22)}$$

$$\left. \begin{aligned} S_1^3 &= t_1^3 \\ a_1^3 &= b_1^3 \\ C_2^3 &= b_2^3 \end{aligned} \right\} \quad \text{----- (5.23)}$$

## (3) 時間方程式

$$\left. \begin{aligned} f(s) &= \alpha f(a) \\ f(s) + f(t) &= \alpha \{f(a) + f(b)\} \\ f(t) &= \alpha \{f(c) + f(b)\} \end{aligned} \right\} \quad (5.24)$$

(4) 転換方程式

$$\left. \begin{aligned} S_1^2 / Q_1^2 &= F(\alpha) \\ S_1^3 / Q_1^3 &= F(\alpha) \\ t_2^3 / Q_2^3 &= F(\alpha) \end{aligned} \right\} \quad (5.25)$$

(5) 累加方程式

$$\left. \begin{aligned} S &= S_k + S_1^2 + S_1^3 \\ t &= t_k + t_1^3 + t_2^3 \\ a &= a_k + a_1^3 \\ b &= b_k + b_1^3 + b_2^3 \\ c &= c_k + c_2^3 \\ d &= d_k + d_1^2 \end{aligned} \right\} \quad (5.26)$$

ここで  $Q_i^j$  は OD 交通量として与えられるものであり、つぎに時間方程式は速度と交通量の関係から走行時間を算出し、転換方程式には転換率時間比曲線を数式化してえたものが用いられている。このように  $Q$  と  $f(\alpha)$  と  $F(\alpha)$  が決定され

ば、前述の式(5.22)から式(5.26)までのうち、時間方程式と転換方程式を制約条件として連続・累加方程式を連立方程式として解くことが可能となる。また長距離交通の配分に対しては区間交通量の時間的変動を考慮に入れて時間方程式が区間交通量の関数として変化を受けるものと考え、変動方程式の考え方の導入を提案されている。<sup>15)</sup>

この解法の特色は、連立方程式でもって交通流の経路接続や走行時間比による転換率を表現し、連立方程式の解で直接配分交通量を求める点である。連立方程式の構成は、転換方程式の関数形と競合路線の指定いかんによって定まる。すなわち、転換方程式の関数形が複雑であれば連立方程式は高次となり、競合路線が多ければ連立元数が増加する。

この方法は、競合路線が先決される場合には非常にすぐれた方法であるが、道路網の構成が大きくなれば分担経路の先決に問題が生じてくる。また時間方程式転換方程式が高次のものになると解が容易にえられないことも生ずる。著者はこれらの理論の特色および解析上の難点を考慮して、道路網および街路網における交通流の配分解析につぎのネットワーク理論の考え方を導入し、その論理構成を基礎としてシミュレーションを適用した交通流解析および交通網計画策定の方法論

を次章以下に展開する。

## § 5. ネットワーク理論の交通解析への導入

今まで述べてきた2方法は、いずれも条件方程式を解析的に求めるもので、道路網の構成が大規模になれば計算量が指数的にふくれ上り、電子計算機の力を借りなければ解をすることは困難である。電子計算機は一般の数値解析に非常な偉力を発揮するが、また計算機の論理回路をシミュレーターに使って実現性の困難な状態を計算機で模型的に再現する力を持っている。この計算機のシミュレーターとしての機能を応用して交通流解析を行なう方法がある。<sup>16), 17), 18)</sup> このための基礎概念として *Fulkerson* らが提唱しているネットワーク理論<sup>19)</sup>の基礎的な考え方を導入した道路網の定義と経路探索の解析概念を述べる。<sup>20)</sup>

まず、図-5.3.のような道路網(ネットワーク)が与えられたとする。この道路網を点(*node*; 以下ノードと称する)とノードとノードを結ぶ線(*link*; 以下リンクと称する)の集合として考える。ノードは道路網を構成する交差点およびOD交通量の発着地の代表点と考えればよく、リンクは交差点

間を結ぶ道路の区間に対応するものと考えればよい。

いまリンクを  $S$  で表わし、これに方向性を考慮するとき、その始末ノードを  $I(S)$  とし、他の端点であるノードを、終末ノード  $J(S)$  とする。また各リンク  $S$  にはリンク評価値  $E(S)$  をつける。これをノードによって表わすとすれば、 $E(I, J)$  と書くことができる。

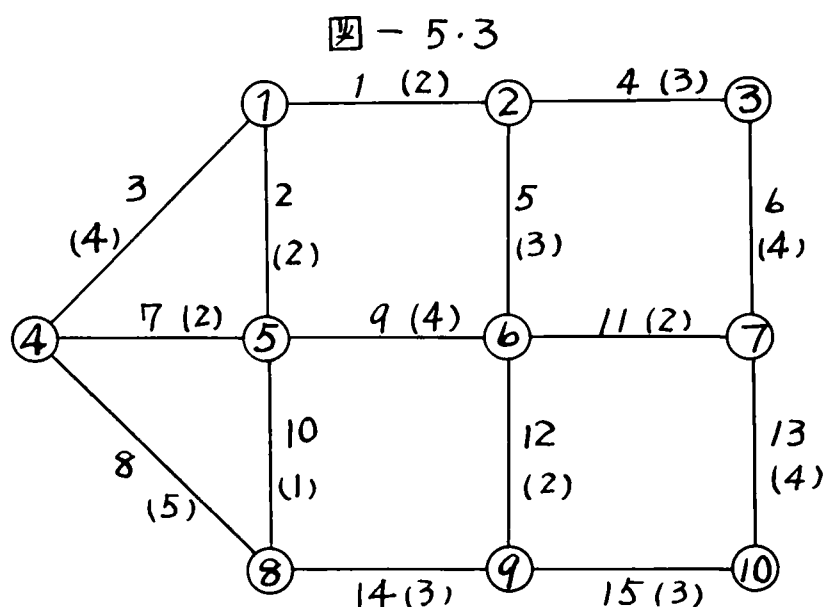


図-5.3において○印はノードを示し、数字はリンク番号を、( )内の数字はリンク評価値を示したものである。

### (1) 定義

いま道路網に属する任意の2つのノード  $I_0, J_0$  間の経路をつぎのように定義する。リンクの  $S_1, S_2, \dots, S_g$  の集合があつて、式(5.27)を満たすときこのリンクの集合を経路といい  $Q_k(I_0, J_0)$  と表わす。

ここに  $I_0, J_g$  間の経路は1つとは限らないので  $t$  という添字によって区別する。この経路  $Q_k$  には経路評価値  $E(Q_k)$  があり、これはリンク評価値より定まる。

$$\left. \begin{aligned} I(S_1) &= I_0 & J(S_g) &= J_g \\ J(S_j) &= I(S_{j+1}) & j &= 1, 2, \dots, g-1 \end{aligned} \right\} \quad (5.27)$$

$$\left. \begin{aligned} E\{Q_k(I_0, J_g)\} &= \sum_{j=1}^g E(S_j(t_k)) \\ &= \sum_{S \in Q_k} E(S) \end{aligned} \right\} \quad (5.28)$$

このとき経路  $Q_k$  の始点・終点であるノード  $I_0, J_g$  をそれぞれ出発点ノード、到着点ノードという。

また  $I_0, J_g$  間のすべての経路を要素とする集合を  $Q(I_0, J_g)$  と書けば、式(5.29)のように表現できる。

$$Q(I_0, J_g) = \{Q_k(I_0, J_g) | k = 1, 2, \dots, n\} \quad (5.29)$$

つぎにノード  $I_0, J_g$  間の最適経路、第2位経路、……第  $n$  位経路を定義すると、式(5.30)で表わされる経路評価値を持つ経路  $Q_k$  をノード  $I_0, J_g$  間の最適経路として  $R_1$  とするせば、式(5.31)をうる。

$$E_1(I_0, J_g) = \min_{Q_k \in Q} E(Q_k) \quad \dots\dots (5.30)$$

$$R_1 = \{Q_k | E_1(I_0, J_g)\} = \min_{Q_k \in Q} E(Q_k) \quad \dots\dots (5.31)$$



なお、この条件を満たす経路が2つ以上存在するときには、（これは $R_1$ の評価値が同値であるときに生ずる）いずれか一方を取るものとする。第2位経路 $R_2$ については $U_1 = R_1$ とおき、式(5.32)で定義する経路評価値を有する経路としてえられる。

$$E_2(I_0, J_g) = \min_{Q_k \in U_1 \cap Q} E(Q_k) \quad \text{----- (5.32)}$$

一般的にいつて $U_n$ は、式(5.33)で表現できるから、式(5.34)が第 $n$ 位経路の評価値となる。

$$U_n = \{R_\ell \mid \ell = 1, 2, \dots, n\} \quad \text{----- (5.33)}$$

$$E_n(I_0, J_g) = \min_{Q_k \in U_{n-1} \cap Q} E(Q_k) \quad \text{----- (5.34)}$$

## [2] 最適経路の探索

最適経路の探索には“minimum tree method”<sup>21)</sup>と“matrix method”<sup>22)</sup>とがあるが、いずれも minimum tree の原則を基礎としている。つまり、つぎの定理にしたがって、最適経路を探索している。

定理；ノード $I_0$ からこのネットワークに属するほかの全てのノード $J$ への最適経路の集合は、互いに環状接合をしない。

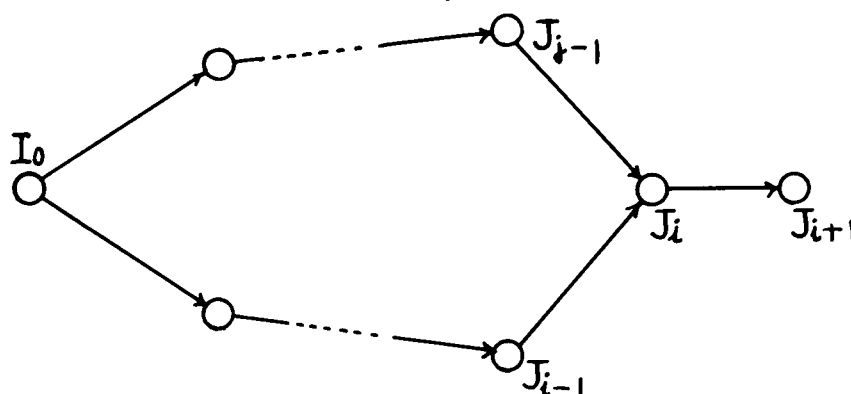
この最適経路の集合を minimum tree という。また経

路  $Q_k$  に属する任意のリンク  $S_i$ 、経路  $Q_{k'}$  に属する任意のリンク  $S_j$  において、

$$J(S_i) = J(S_j) \quad \dots\dots (5.35)$$

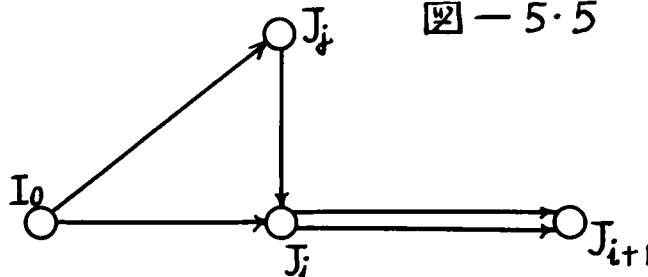
ならば、この経路  $Q_k \cdot Q_{k'}$  はノード  $J(S_i)$  (または  $J(S_j)$ ) において環状接合するという。

図-5.4 環状接合



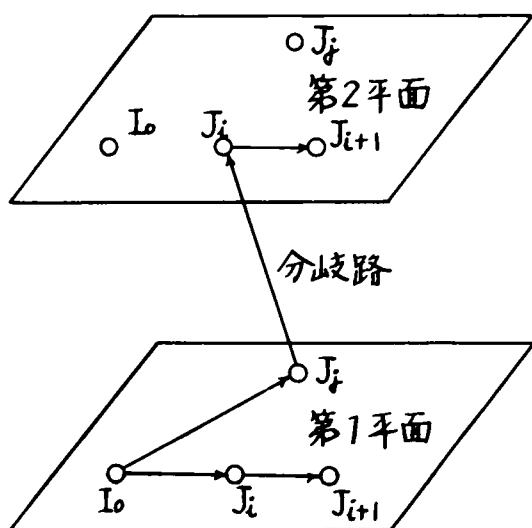
ノード  $I_0$ ,  $J_{i+1}$  間の最通経路がノード  $J_i$  で環状接合しているものとするれば、 $Q_k(I_0, J_i)$  および  $Q_{k'}(I_0, J_i)$  が存在し、最通経路が2つあることになって定義に反する。第2位以下の経路をえようとすれば、先の定理が成立しなくなる。すなわち、ノード  $J_{i+1}$  に対し最通経路および第2経路が入り込むことになり環状接合が生ずる。

図-5.5 分岐路



たとえば図-5.5において $I_0$ 、 $J_{i+1}$ 間の最適経路を $I_0$ 、 $J_i$ 、 $J_{i+1}$ とし、第2位経路を $I_0$ 、 $J_j$ 、 $J_i$ 、 $J_{i+1}$ とすれば $J_i$ において互いに環状接合をする。したがってこれを避けるため平面および分岐路の概念を導入する。第1、第2、……第 $n$ 位経路に対応する平面をそれぞれ第1、第2、……第 $n$ 平面とする。またこの平面間を結びつけるリンクを分岐路と呼ぶ。図-5.5では経路 $I_0$ 、 $J_i$ 、 $J_{i+1}$ および経路 $I_0$ 、 $J_j$ は第1平面上にあり、 $J_j$ 、 $J_i$ は分岐路である。また経路 $J_i$ 、 $J_{i+1}$ は第2平面上にある。図-5.6はこの関係を示したものである。

図-5.6



このとき定理の系として、つぎのことが成立するのは平面および分岐路の概念から明らかである。

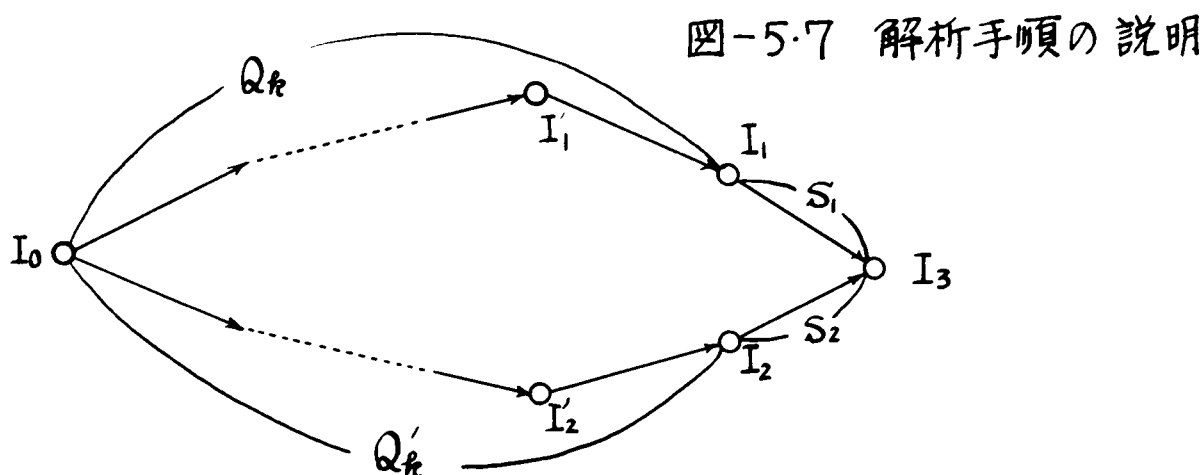
系；各平面上の経路群は、それぞれの平面上で環状接合しない。

### [3] 解析手順

さきの定理により、最適経路は互いに環状接合をしない。したがって到着点ノードの1つ手前のノード、つまり最終

経過点とは握できれば、つぎつぎに逆の探索を行ない出発点ノードに達することが可能となる。同時に最終経過点の属する平面  $K$  を規定しておくことが必要である。ここで最終経過点と平面の概念をつけ加えて経路評価値を式 (5.36) のように書くこととする。

$$E\{Q_k(I_0, J_g)\} = E\{Q_k(I_0, J_g; J'_g; K)\} \quad \text{----- (5.36)}$$



いま図-5.7において  $E\{Q_k(I_0, I_1; I'_1; K)\}$ ,

$$E\{Q'_k(I_0, I_2; I'_2; K)\}.$$

が与えられ、これらは  $I_2, I_1$  までの  $K$  位経路の経路評価値とする。このとき解析手順はつぎのように要約できる。

$$E\{Q_k(I_0, I_1; I'_1; K)\} + E(S_1) = E\{Q_1(I_0, I_3; I_1; K)\} \equiv E(Q_1) \quad (5.37)$$

$$E\{Q'_k(I_0, I_2; I'_2; K)\} + E(S_2) = E\{Q_2(I_0, I_3; I_2; K)\} \equiv E(Q_2) \quad (5.38)$$

$E(Q_1) \leq E(Q_2)$  ならば

$$E_K(I_0, I_3) = E\{Q_1(I_0, I_3; I_1; K)\}$$

$$E_{K+1}(I_0, I_3) = E\{Q_2(I_0, I_3; I_2; K)\}$$

ここで  $S_2$  は平面  $K$  から平面  $K+1$  への分岐路である。

$E(Q_1) > E(Q_2)$  ならば

$$E_K(I_0, I_3) = E\{Q_2(I_0, I_3; I_2; K)\}$$

$$E_{K+1}(I_0, I_3) = E\{Q_1(I_0, I_3; I_1; K)\}$$

ここで  $S_1$  は平面  $K$  から平面  $K+1$  への分岐路である。

以上がネットワーク理論に基づく道路網の定義および経路探索の解析手順の概要である。ここでは交通流解析をシミュレーションとして解く場合の基礎的な論理構成を述べたが、これだけでは経路分担の概念や解析手法などが記述されておらず不十分なので、第6章および第7章で詳述する。

## § 6. 結語

道路網計画の立案に当たり、最も基礎的な問題は交通需要の成長率がどれほどかということと、その交通がどのような形態で道路網を走行するかという2点である。この経路分析および交通量の解析結果を計画に導入することはすでに目

新しいことでなく、AASHOの転換率曲線を始め種々の方法が試みられ実用化されてきた。その初期のものは網状構成の道路網における交通流解析としてではなく、競合路線間における転換交通量の算定という形式で解析が進められた。本章では、これらの交通流解析の諸理論を展開して交通流解析の基礎的な考え方を述べた。ついで道路網における交通流解析のすぐれた研究であるL.P.理論および連立方程式の応用についても、その概要を示して特徴を紹介した。

著者は、これらの解析的な解決方法のほかにネットワークシミュレーションの適用が計られるべきであると考え、その基礎的な定義を集合論の手法により明示し、ついで最適経路探索の論理構成を明らかにした。さらに探索空間を立体的に拡張することによつて、第 $n$ 位までの経路探索の方法を確立した。最後にネットワーク理論を次章以下に述べるシミュレーションへ適用できるように、解析手順の論理を明らかにした。

## 参 考 文 献

- 1) Glenn E. Brokke and W.L.Mertz; The Influence of New and Improved Roads on the Distribution of Traffic, Proc. of 4th International Study Week in Traffic Engineering, 1959.
- 2) Glenn E. Brokke; Assigning Traffic to a Highway Network, Public Roads, Vol. 30, No. 10, Oct. 1959. pp. 227 - 231.
- 3) 佐佐木恒一, 小林八一; 道路の交通量推定, 交通日本社, 1962. pp. 83 ~ 115.
- 4) William L. Mertz; Traffic Assignment to Street and Freeway Systems, Traffic Engineering, July 1960.
- 5) 日本道路公団名神高速道路部編; 名神高速道路交通量想定資料(3), 1958, 11.
- 6) 広川榆吉; 首都高速道路の交通量推定について, 道路, 1960, 9. pp. 659 ~ 668.
- 7) 平原覚治; 道路の利用率の推定について, 第6回日本道路会議論文集, 1961. pp. 633 ~ 635.
- 8) 早稲田大学生産研究所編; 国土開発縦貫自動車道中央自動車道, 東京-小牧市間の輸送需要分析に関する調査報告書, 1959, 12.
- 9) 米谷栄二; 起終点調査にもとづく街路網計画について, 土木学会論文集, 34号, 1956, 5.
- 10) W.W.Cooper; Transportation Scheduling by Linear Programming, Proceeding of the Conference on Operations Research in Marketing, Case Institute of Technology, Cleveland, 1953.
- 11) T.C.Koopmans and S. Reiter; A Model of Transportation, in T.C. Koopmans "Activity Analysis of Production and Allocation", Cowles Commission Monograph, No. 13, John Wiley & Sons, 1950.

- 12) 佐佐木綱： 道路網における輸送計画について，第4回日本道路会議  
論文集，1957. pp. 43~46.
- 13) 佐佐木綱： 道路網における O. R.  
Operations Research, 153. 関西経営管理協会，1961.
- 14) 星野哲三： 道路網における交通流配分の理論，道路，1960. 9.  
pp. 701~712.
- 15) 星野哲三： 道路網における交通量配分の理論，I. II. 道路，1963  
4. 5. pp. 281~290, pp. 377~391.
- 16) W.L.Grecco and S.M.Breuning; Application of System Engineering  
Methods to Traffic Forecasting, Highway Research Board, Bulletin  
347. 1962. pp. 10 - 23.
- 17) A.R.Tomazinis and G.V.Wickstrom; Forming a Comprehensive Transpor-  
tation Flows Model, Highway Research Board, Bulletin 347. 1962.  
pp. 254 - 257.
- 18) 加藤晃： 道路網計画における交通流解析の適用【I】 道路，1964, 9.  
pp. 728~737.
- 19) L.R.Ford and D.R.Fulkerson; Flows in Networks, Princeton University  
Press, 1962.
- 20) 加藤晃，池上一志： 交通量配分について，OR 学会春季研究発表会  
講演概要，1965. 5.



## 第6章 電子計算機によるネットワークシミュレーション

### §1. 概説

道路網における交通流解析は、特に高等数学の展開を必要とせず一見容易に感じられるが、道路網の構成が大規模になると計算量が指数的に増加する性質をもっている。たとえば、解析対象道路網が大きくなればO D交通の区分ゾーンの数が100ぐらいに達することは珍しくない。かりにゾーン数が100あったとすると、O D交通量の組み合わせは5,000組となり、理論的に解を求める場合には少なくとも5,000組にわたるO D条件式が存在するわけで、これは前章におけるL. P.理論の式(5.19)、連立方程式による場合の式(5.22)が5,000組成立することを示し、このほかの条件式と組み合わせて考えると、人力で解くことは不可能に近く電子計算機のを借りなければならぬ。電子計算機は一般の数値解析に非常な威力を発揮するが、計算機の論理回路をシミュレーターに使って実現性の困難な状態を模型的に再現する力をもってい

る。この計算機のシミュレーターとしての機能を活用して交通流解析をする試みが最近発表されている。<sup>1)~4), 10), 11)</sup>

応用科学の分野で最近シミュレーションの手法が広くとり入れられるようになったのは、理論によつて解くことが困難な問題や、理論解を求めることが経済的に得策でない問題に、シミュレーションがきわめて有効な手段であることが認識されはじめたからである。シミュレーションの意義は、疑似模型を作成して解析対象とする現象を模型的に再現し、理論解析に不向きな問題を解決することにある。シミュレーションの手法を分類すると一連の条件から一意的な解が求まる確定シミュレーションと、そうでない不確定シミュレーションがあり、後者は確率現象を主として扱うモンテカルロ・シミュレーションと競合状態などに利用されるゲーミング・シミュレーションに分けられる。<sup>5)</sup> 著者の行なう交通流配分解析の場合は、ゲーミング・シミュレーションの範ちゅうに属するものといえる。シミュレーション実施の手順は、図-6.1 のようで問題によつては矢線のようなフィードバック・ループを回つて、より意義のあるシミュレーションに改良することもある。

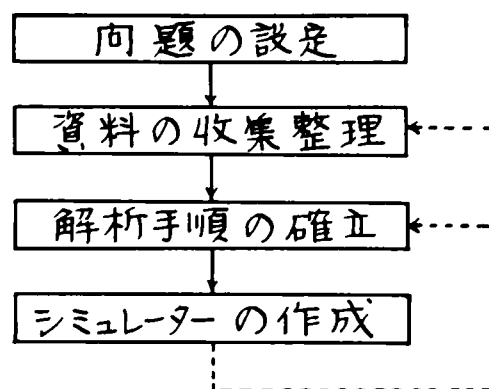


図-6.1 シミュレーション実施の手順

本章では、交通配分の解析をネットワーク理論に基づいてシミュレーションで解く方法について論ずる。まず、交通配分概念を前章で述べたネットワーク理論に基づいて定義するとともに、解析手段の論理構成を明らかにする。そのあと電子計算機をシミュレーターとする場合について具体的な道路網の再現方法と交通量の表示方法を述べる。

交通配分の解析をネットワークシミュレーションとして解析するとき、要因決定の問題がある。具体的にいえば解析の基本となる評価値関数の定めかたが正しいものでなければ、せっかくのシミュレーションの効果も非常に信頼性の薄いものとなる。本章の後半では、評価値決定の考えかたについて論じ、ついで電子計算機による最適経路探索のプログラムおよび区間交通量算出のプログラムの作成方法を述べる。ここで、ネットワークシミュレーションの考えかたとは前章 §5. のネットワーク理論に基づくものである。

本章では、これらシミュレーションの基本的な問題の展開を行なうが、実際の交通流の分流現象には交通流の分散や容量制限など、むずかしい制約条件があるのでこれらについても考慮し、制約条件として解析に導入しなければならない。本章で述べるところは、これらの条件付き解析の基礎となるも

のである。

## § 2. 交通配分シミュレーションの基本的な考えかた

交通配分シミュレーションの考えかたも、基本的には図-6.1に示すように問題の設定・資料の収集整理・解析手順の確立・シミュレーター作成の手順で構成される。すなわち、問題は対象道路網にOD交通が与えられたとき、道路網を構成している各道路区間がどれほどの交通を分担するかを解析することである。このとき資料として入手できるのはOD交通の推定値であり、対象道路網の諸条件である。解析手順としては、

- (i) OD交通ごとに最適経路およびその競合路線を  $n$  位まで選ぶ。
- (ii) 競合路線間に分担すべき交通量を配分する。
- (iii) 区間交通量を算出する。
- (iv) 道路容量を越えたときの処置をとる。

が考えられる。シミュレーターの作成は、電子計算機の論理回路を利用して、計算的にシミュレーションを行なうので作成しなくてもよいが、いかなる方法でシミュレートさせるかという技法、すなわち、アルゴリズムとプログラムが問題の解を握るかぎ

となる。このシミュレーションの解析理論の基礎となる考えかたは、前章 §5. のネットワーク理論の定義および解析手段である。

ここでは、前述の(ii)・(iv)を除いた基本的な考えかたを述べる。まず、道路網を区間と交点で構成されるものと考え、対象道路網を図-5.3 に示したように付番して単位のリンクとノードの集合として構成する。すなわち、リンク $S$ の集合 $\mathcal{S}$ と、ノード $I, J, K$ の集合 $\mathcal{J}$ とで道路網を表現する。解析対象の道路網が定まれば、それは直ちに集合 $\{\mathcal{J}; \mathcal{S}\}$ として表現される。ここでノード $I, J, K$ は、便宜的に起点・終点・中間的に対応するノードを表わすもので、同一ノードでも $I$ にも $J$ にも $K$ にもなりうる。とくに交通の起点・終点になるときは、 $I_0, J_0$ として区別する。 $I_0, J_0$ を定義するためには、隣接するノード $I, J$ の $I$ が起点側になるときは、 $A(I)$ 、終点側になるときは $B(I)$ とすれば、式(6.1)が正のときは $I_0$ 、負のときは $J_0$ 、0のときは $K$ と考えればよい。

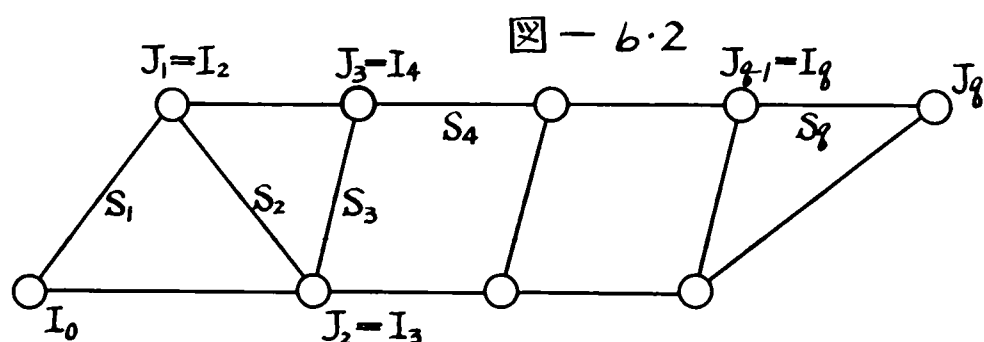
$$\sum_{J \in A(I)} X(I, J) - \sum_{J \in B(I)} X(J, I) = \begin{cases} X \\ 0 \\ -X \end{cases} \quad \dots\dots (6.1)$$

道路網が、集合 $\{\mathcal{J}; \mathcal{S}\}$ として示されるとき、これだけでは道路網の幾何学的形態が表現されただけで道路の性格

を与えていない。これを与えるために各道路区間の性格を示す評価値関数が必要となる。この評価値関数は §4. で詳述するが、道路種別・走行車種別にその区間の性格を示す要因、たとえば道路延長・交通容量・走行速度の関数として示される。

このように道路網が集合  $\{ \mathcal{S} ; \mathcal{J} \}$  として、各  $S_j$  について評価値  $E(S_j)$  が資料より与えられれば、道路網の形態および性格が決定される。このとき OD 交通の起点  $I_0$ ,  $J_g$  が与えられると、式 (5.27) によって任意の経路  $Q_k$  が求められる。

$$\left. \begin{aligned} I(S_1) &= I_0, & J(S_g) &= J_g \\ J(S_j) &= I(S_{j+1}) & j &= 1, 2, 3, \dots, g-1 \end{aligned} \right\} \quad (5.27)$$



このような経路  $Q_k$  には、各リンク評価値  $E(S_j)$  から式 (5.28) によって経路評価値が求められる。

$$E\{Q_k(I_0, J_g)\} = \sum_{S_j \in Q_k} E(S_j) \quad \dots (5.28)$$

このようにしてえられる任意の経路  $Q_k$  の中で、最も経路評価値の小さい  $\min E(Q_k)$  をもつ経路を  $R_1$  とすれば、これが  $I_0, J_g$  間の最適経路であり、第2位経路は  $R_1$  を除いた  $Q_k$  の中で  $E(Q_k)$  が最小になるものを探せばよい。一般に、 $n$  位の経路  $R_n$  は1位から  $(n-1)$  位までの経路を、 $Q_k$  から除いた集合の中で最小の  $E(Q_k)$  を有するものを選びばよい。以上は、前章 § 5. で正確に定義したところであるが、ここで改めてしるせばつぎのようである。

$$E_1(I_0, J_g) = \min_{Q_k \in Q} E(Q_k) \quad \cdots (5.30)$$

$$R_1 = \{Q_k | E_1(I_0, J_g)\} = \min_{Q_k \in Q} E(Q_k) \quad \cdots (5.31)$$

一般に、

$$U_n = \{R_l | l = 1, 2, \dots, n\} \quad \cdots (5.33)$$

$$E_n(I_0, J_g) = \min_{Q_k \in U_{n-1}^c \cap Q} E(Q_k) \quad \cdots (5.34)$$

ネットワークシミュレーションは、このように前章 § 5. で定義した最適経路から、第  $n$  位までの経路の探索とそれに伴う交通量の配分という形で解析が進められる。すなわち、式(5.27) ~ (5.34) までで定義される経路間の優劣勝負の繰り返しシミュレーションと考えられる。このときの優劣の決定要因となるものは、評価値関数の集合  $E_n(I_0, J_g)$  である。このゲーミングのアルゴリズムは、前章 § 5. [3]の解析手順の項

で述べた論理にしたがうものである。さらに経路探索が終われば、第7章で述べる分担率の決定に準じて、O D交通ごとに各経路へ交通量を配分する。この演算が終了したのち、配分交通量が区間の交通容量を越えているときは、それによる評価値関数の変化を導入してさらに計算を進めるが、この手法については第8章で述べる。

以上の手順を解析的方法と比較すると、大きな相異点がある。解析的な方法では、経路・交通量・容量・分担率関係をすべて連立方程式か、L.P.理論におり込み一時に解を求めたのに対し、シミュレーションでは段階的に(i)から(ii)へ、(ii)から(iii)へと順次解を進めることに、特色があるためかなり大きな道路網でも経路分析・区間交通量の算定が、順を追って容易にえられる。このことが解析的な手段では、解きがたいほど広域な道路網や、網構成の稠密な街路網の交通流解析を可能にする利点となっている。ただ容量制限を行なうときは、一度計算上配分された交通量による道路の混雑度を、評価値関数の中にフィードバックして修正する形式をとるので、道路網とO D交通量の均衡が成立しないときには、容量制限によるシミュレーションの意味がなくなる場合が生ずる。フィードバックによる修正計算は、電子計算機の論理回路を有効に使う方



法の1つで、このシミュレーションの特色でもある。

### §3. 計算機内における道路網の再現と、OD交通量の表示方法

ネットワーク・シミュレーションでは、道路網が $\{J; \phi\}$ の集合で示されたとき、計算機内ではどう再現されるかについて知ることが、シミュレーションを行なう上で重要である。すなわち、計算機での道路網の再現方法が明確にならなければ、シミュレーションを行なう演算プログラムが組めないし、計算機に対する入力側資料の整理方式にも関係するため、計算機内における道路網の再現とOD交通量の表示方法について述べる。

計画対象区域が定まれば、まず交通配分の対象道路網と交通の発着代表点を決定する。対象道路網とは、計画区域内に現存の道路や将来の計画道路からどれだけの道路を解析対象に選ぶかということである。ここに計画の方針や政策が織り込まれるわけで、同一地域を取り上げてはかなり広域な地域計画の場合と、狭い範囲の都市計画、街路計画とでは、対象道路網の選択が異なる。つぎに、交通需要の発生・終着点は計画地域の任意の場所に分布し、ある点に集中するわけでは

ないが、そのままでは計算機内にOD交通の表現がむずかしいので、ODゾーンごとに少なくとも1個以上の数桌を選んで交通発着の代表桌とする。（以下この桌をODノードと稱する。）

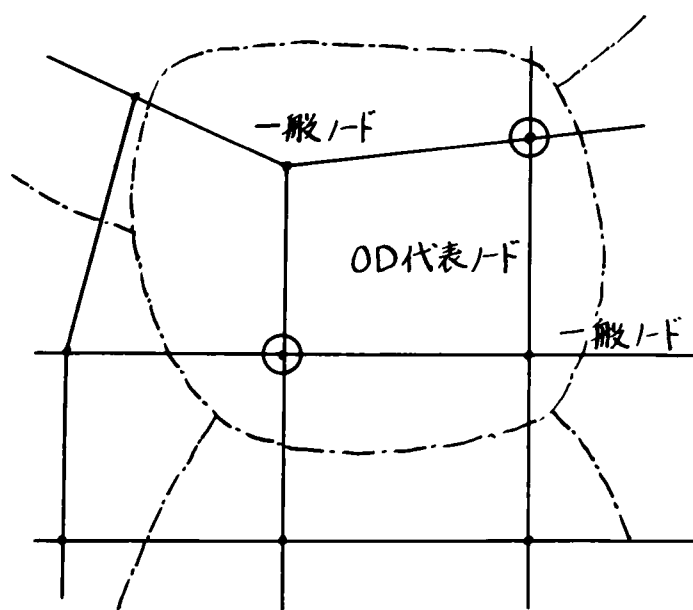


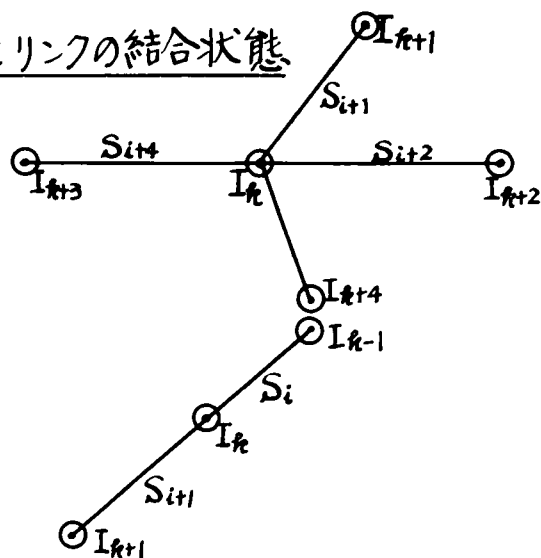
図-6.3 ODゾーンとノードの配置

する。） 図-6.3 は ODゾーンとノードの配置を示したものである。

対象道路は、ノードとリンクの集合、 $[J; l]$  として表現できるので、各ノードとリンクに付番して番号で名稱と位置を代行させる。

この場合、ノードはリンクの接合桌と考えたほうが一般に便利である。この理由は、ノードをリンクの接合桌とすればノードとリンクの結合状態に対する情報量が集約される利点がある。

図-6.4 ノードとリンクの結合状態



ードとリンクの結合状態に対する情報量が集約される利点がある。このときODノードにも同様な付番を行なう。図-6.4

は、この状態を示したものである。このときノードとリンクの番号は、解析上では必ずしも関係づける必要はない。すなわち、図-6.4の  $i$  と  $j$  は関係のない任意の数でよい。しかし、計画者の覚えやすいような付番配置を考慮するのがよい。図-6.5は、愛知県の道路網解析に使用した際の付番状況の一部を示したものである。

交差点解析に重点をおくときは、ノードをリンクの中間に設けるほうが便利だと報告されているが、<sup>6)</sup> 必ずしも中間ノードが有利ではなく、2つのリンクを組み合わせて表現すれば交点ノードの表現で交差点解析も十分に行なえるが、この項については第9章で評述する。

対象道路網をノードおよびリンクごとに付番すると、その番号の組み合わせによって道路の結合状態が明らかになる。たとえば図-6.4の道路構成は、ノード  $I_i$  が、 $I_{i+1}, I_{i+2}, I_{i+3}, I_{i+4}$  と隣接しており、その間を結ぶ区間は、それぞれ  $S_{i+1}, S_{i+2}, S_{i+3}, S_{i+4}$  であるから、その状態を計算機のメモリーの中に導入する。そして  $I_i$  を  $I_0$  から順次  $I_g$  ( $0$  は最小番号、 $g$  は最大番号) までを一括して表に示す。この表現方法は、図-6.6の結合表のように示される。つぎに、道路各区間が持つ性質を計算機に与える必要がある。これは各区間

図1-65 愛知県道路網解析におけるノード付番図

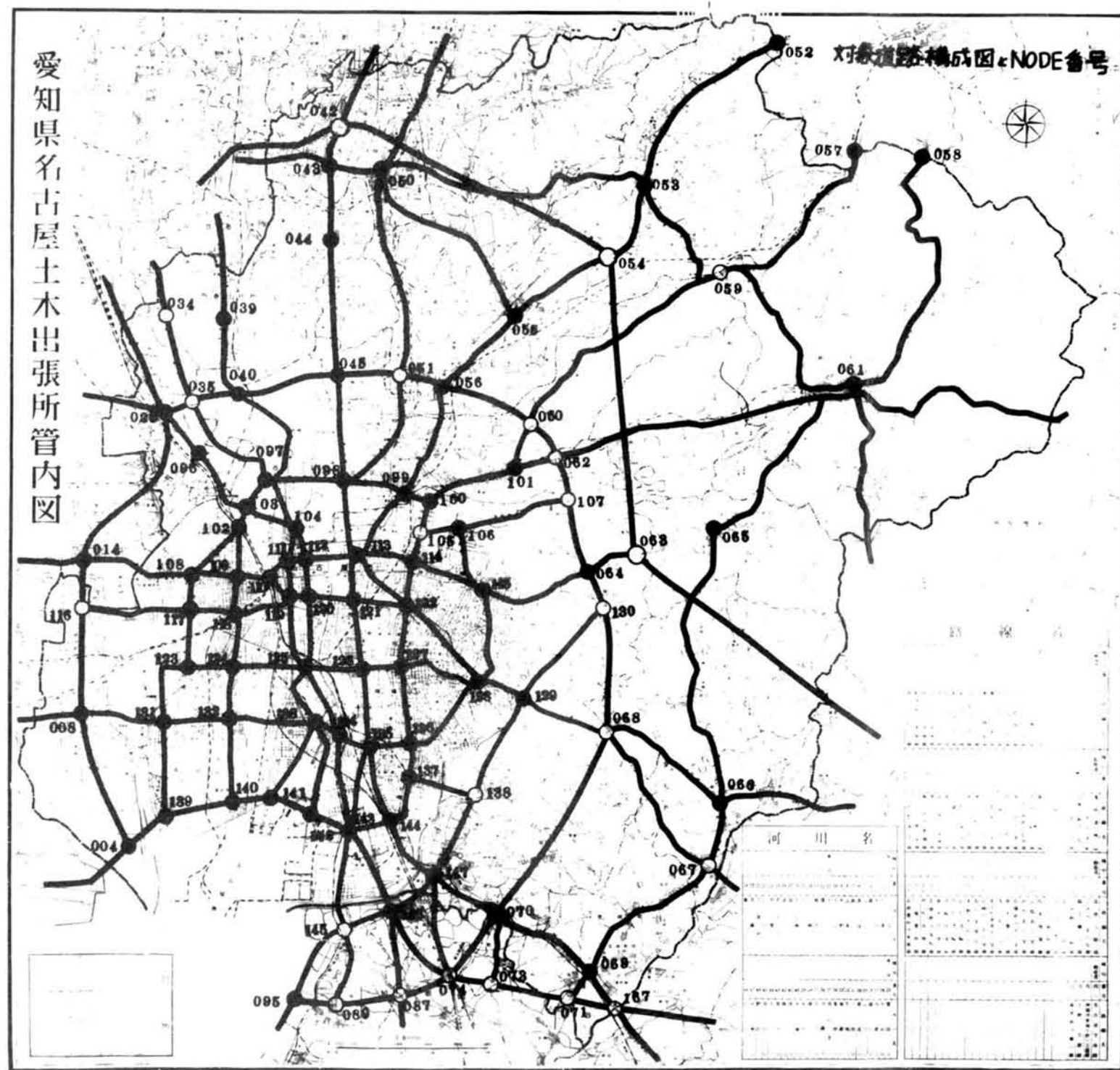


図-6.6 計算機・メモリー割り付け

CON表	I	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$
------	---	-------	-------	-------	-------

A 表	I	J		$E_{IJ}$
-----	---	---	--	----------

B 表	I	J	$K_n$	$E_{IJK_n}$
-----	---	---	-------	-------------

C 表	I	J	$K_n$	E
-----	---	---	-------	---

OD表	I	J		$X_{IJ}$
-----	---	---	--	----------

AS表	I	J		$X_{IJ}$
-----	---	---	--	----------

初期条件  $K_n=0, E_{IJK_n} \gg E_{IJK_1}$

の評価値に解析上必要となるすべての性格を織り込んだ道路区間評価値、 $E(S_j)$  として計算しておき、単位の道路区間(リンク)ごとにちて一括表示し、導入する。図-6.6のリンク表がそれである。また、各経路の

特性値  $E\{Q_n(I_o, J_d)\}$  を現わす表が必要となるが、これは図-6.6のルート表(B表)に相当する。このルート表を作成する計算途中に生ずるのが、仮ルート表(C表)であり、使用方法は§5.のフローチャートの中で説明する。

OD交通量についても、区間に配分された交通量と全く類似した考えを採用すれば、計算機のメモリーの中に数値表現で容易に再現できる。図-6.6のOD表・AS表(区間配分交通量を示す表)は、この表示方法を示したものである。たとえば、OD表で001区から100区にいく交通量が7,400台/日であり、111区から975区にいく交通量が14,500台/日であるときの計算機内のメモリーには、つぎのように記憶さ

れる。

— 00110000 740, —

— 11197501450, —

すなわち、計算機メモリーの1語には最初の3桁が起点番号を、つぎの3桁が終点番号を、最後の5桁が交通量を  $1/10$  に縮小した値が入っている。AS表も全く同じように示せるが、AS表の場合はI, J が互いに隣接点となるリンクについてまとめられている。これらの表を一括して説明すれば、つぎのようである。

リンク表 (A表) ; すべての区間  $IJ$  とその評価値を示した表で、データとして入力側に用いる。I, J は交点番号を、 $E_{IJ}$  は評価値を適当に縮尺して整える。

ルート表 (B表) ; 起点 I から終点 J までの評価値  $E_{IJK_n}$  および最終経過点  $K_n$  を示した表で、最初は入力側に用いるが、計算の初期条件としてリンク表に示されている単位区間は、リンク表そのままの値を、単位区間以外ではその起終点  $IJ$  と比較演算を行なうのに、初期条件がそのまま残らないほど十分大きな評価値を入れておく。計算終了時

には、起終点  $IJ$  のつぎに最終経過点  $K_n$  が入り、つぎに最適解の評価値  $E_{IJK_n}$  が求められ、計算結果としてそのまま印刷することができる。

仮ルート表 (C表) ; 次数が変わるとき必要な一時的記憶表で、ルート表と同形式で同次数のものだけが入る表。

結合表 (CON表) ; 交点  $I$  と隣接する交点  $K_n$  の関係を示す表。

一般の道路では、交点での左右折れが自由であるから  $K_1, K_2, \dots, K_n$  と隣接点を並べてもさしつかえないが、高速道路のインターチェンジや都市高速道路ランプでは、一方交通となるので方向別に流出入が規制される。このような場合には、計算機にその条件を予えておかねばならない。一般道路の右左折禁止箇所についても同様である。

OD表 ; OD交通量  $X_{IJ}$  (交点  $IJ$  間の交通量) を現わす表。  
入力側にデータとして使用される。

AS表 ; 配分された区間交通量  $X_{ij}$  を示す表。  
結果として出力側からとり出す表。

以上の諸表を計算機内のメモリーや演算フィールドに割りつけるには、図-6.6のようにすれば便利である。この場合、結合表はなくてもリンク表を計算機メモリーのアドレスに、

よって区別し、リンク表から直接式(5.27)を使って  $J(S_j) = I(S_{j+1})$  として計算しつつ、道路網構成を計算機内に再現することもできるし、図-6.6の各表のIは必ずしも必要でなくメモリー・アドレスを利用して区分することも可能である。この方法を利用すれば、それだけメモリーが節約できるため大規模な道路網解析にはこの方法が取り上げられる。

図-6.5の表現方法は、道路網をノードを中心に表わしているが、リンクでも同様のことができる。交通流解析には、リンクかノードのいずれかの結合状態を明らかにしておけば十分であるが、その相互変換がしばしば必要とされるので、リンクとノード両方に付番し、その変換表を作成して記憶させれば便利である。

#### §4. 道路評価値

車がある経路を走行する場合、運転者は多数の経路の中から一つの経路を選ぶのに何らかの理由からその経路の適否を判断する。この判断の尺度は、意識的である場合と無意識な場合とがあるが、要するにその経路が運転者にとって魅力的であり、快適で通りやすい経路だからである。おそらく、道路を走行するに要する時間・経費・快適度などを総合して



判断するのであろう。そこで経路探索を行なうには、これらの要因に具体的な数値を与え、その値で道路の通りやすさを表わす。この値を道路評価値と呼び、経路判断の基準とする。ここで評価値を直接所要時間・走行経費・快適度で表わす方法と、これらを決定する道路構造上の諸要素、すなわち、道路延長・幅員・舗装の程度・こう配・曲線半径の大小と数・交差点の密度などにより、示す方法が考えられる。どちらの方法でもよいが、後で述べる道路の混雑度や種別・規格による相違が、評価値に数量的に包含できるものでないと次章以下の操作が実際上不可能となる。たとえば、評価値として道路延長だけを採用した場合には、相互間の最短経路およびそれ位までの短距離経路の探索と交通量分担率の解析は可能であるが、混雑による走行条件の悪化と迂回交通の解析は不可能である。しかし、所要時間を尺度とすればこの欠点は除かれる。このことを考慮して評価値を所要時間と走行経費・走行快適度で表現し、道路上の諸条件を織り込む方式をとった。したがって、評価値関数  $E(S)$  は式(6.2)で表わされる。

$$E(S) = f(T_s) + g(Cos) + h(As) \quad \cdots (6.2)$$

ここで  $T$  は所要時間、 $C_0$  は通行料金を含めた走行経費

、 $A$ は快適度を数量表示したものである。所要時間  $T$  は、走行速度  $V$  に逆比例するので式(6.3)のようにおくことができる。

$$f(T) = \frac{L}{V} \quad \text{----- (6.3)}$$

経費  $C_0$  は走行距離に直接関係する項目のみをとり上げて評価するのが妥当である。すなわち、燃料費・油脂費・タイヤチューブ費・車両修理費と有料道路区間の通行料金を考えればよく、車両償却費・人件費は固定費と考えて  $g(C_0)$  には含めない。このように考えると、燃料費・油脂費は速度の関数であり、タイヤチューブ費と車両修理費は速度に無関係な値であって一般に式(6.4)の多項式で表現できる。<sup>3),7)</sup>

$$g(C_0) = \{aV^2 + bV + c + \frac{d}{V}\}L \quad \text{----- (6.4)}$$

式(6.4)は、自動車の走行性能曲線より求められるものであり、つぎの過程から算出される。

車の速度は、変速ギアごとにエンジン回転数と直線関係にある。図-6.7(1)・(2)・(3)は、乗用車・軽トラック・大型ディーゼルトラックの、この関係を示したものである。また、燃料消費量はエンジン回転率とエンジン負荷率から決定される。<sup>7),8)</sup> エンジン回転率は変速ギアごとに速度と、図-6.7のような線型関係で示されるので、エンジン回転率を媒介とし

図-6.7(1) エンジン回転数とギヤ別速度の関係

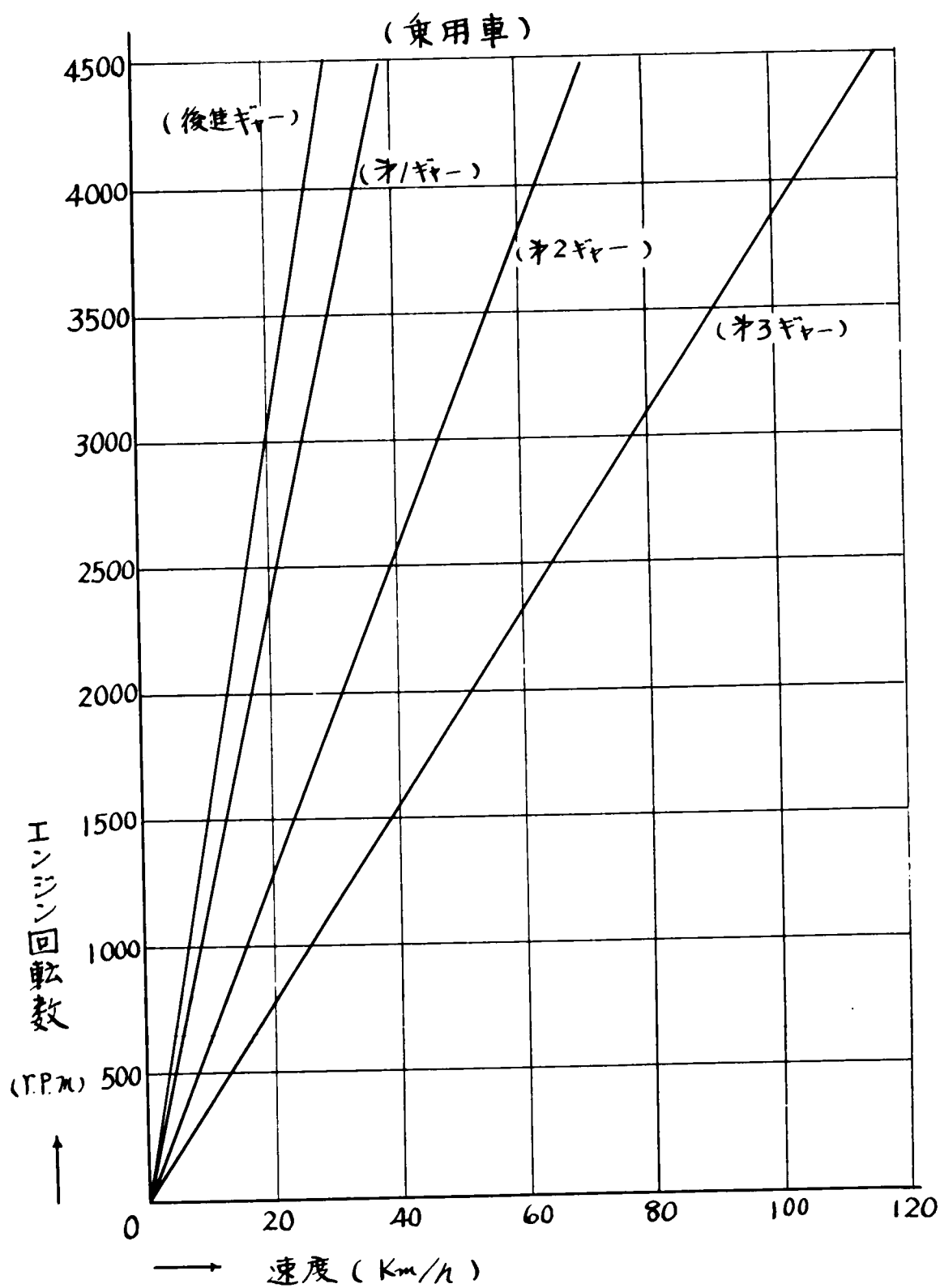


図-6.7(2)エンジン回転数とギヤ別速度の関係  
(小型トラック)

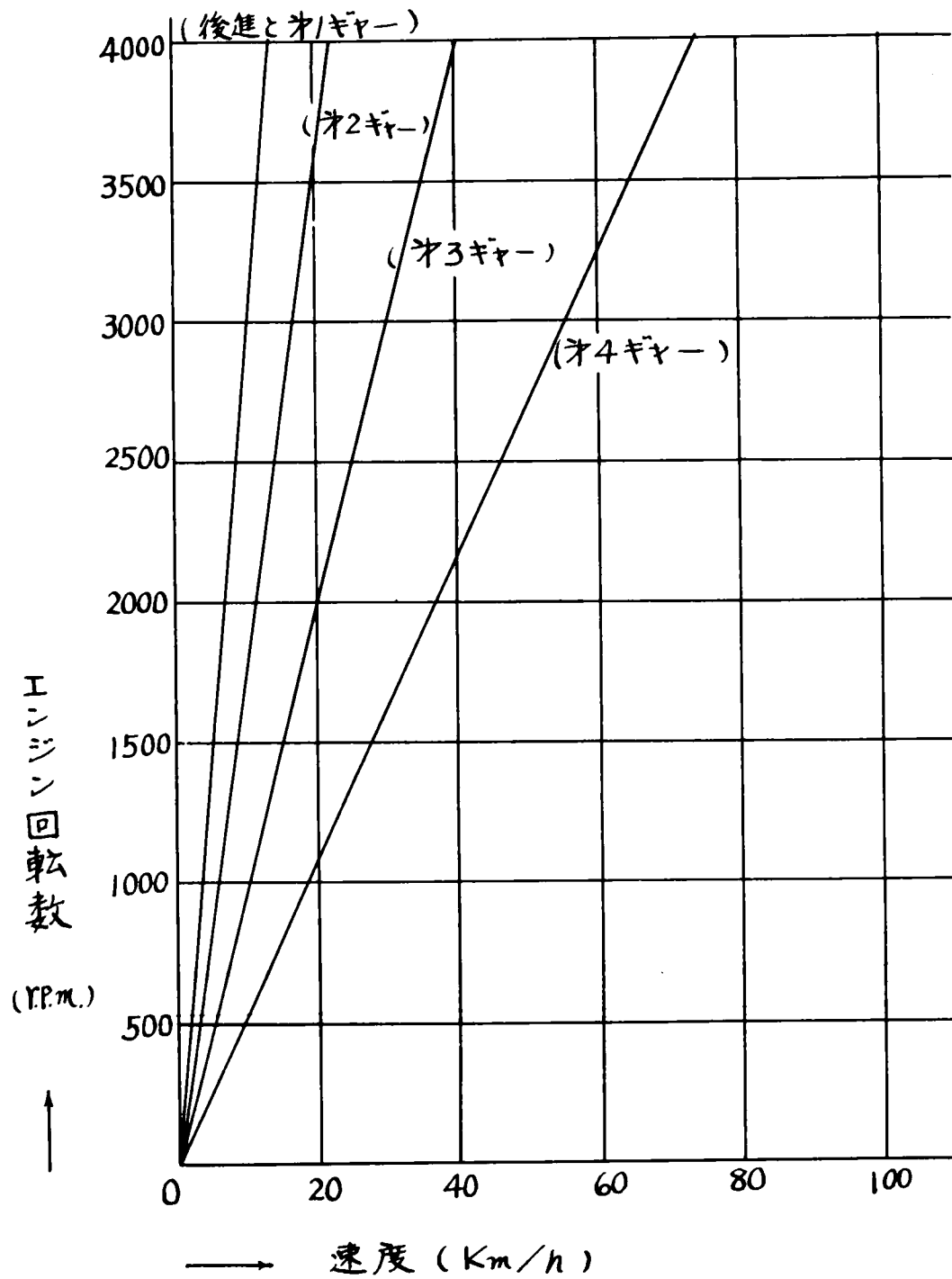


図-6.7(3) エンジン回転数とギヤ別速度の関係  
(大型トラック)

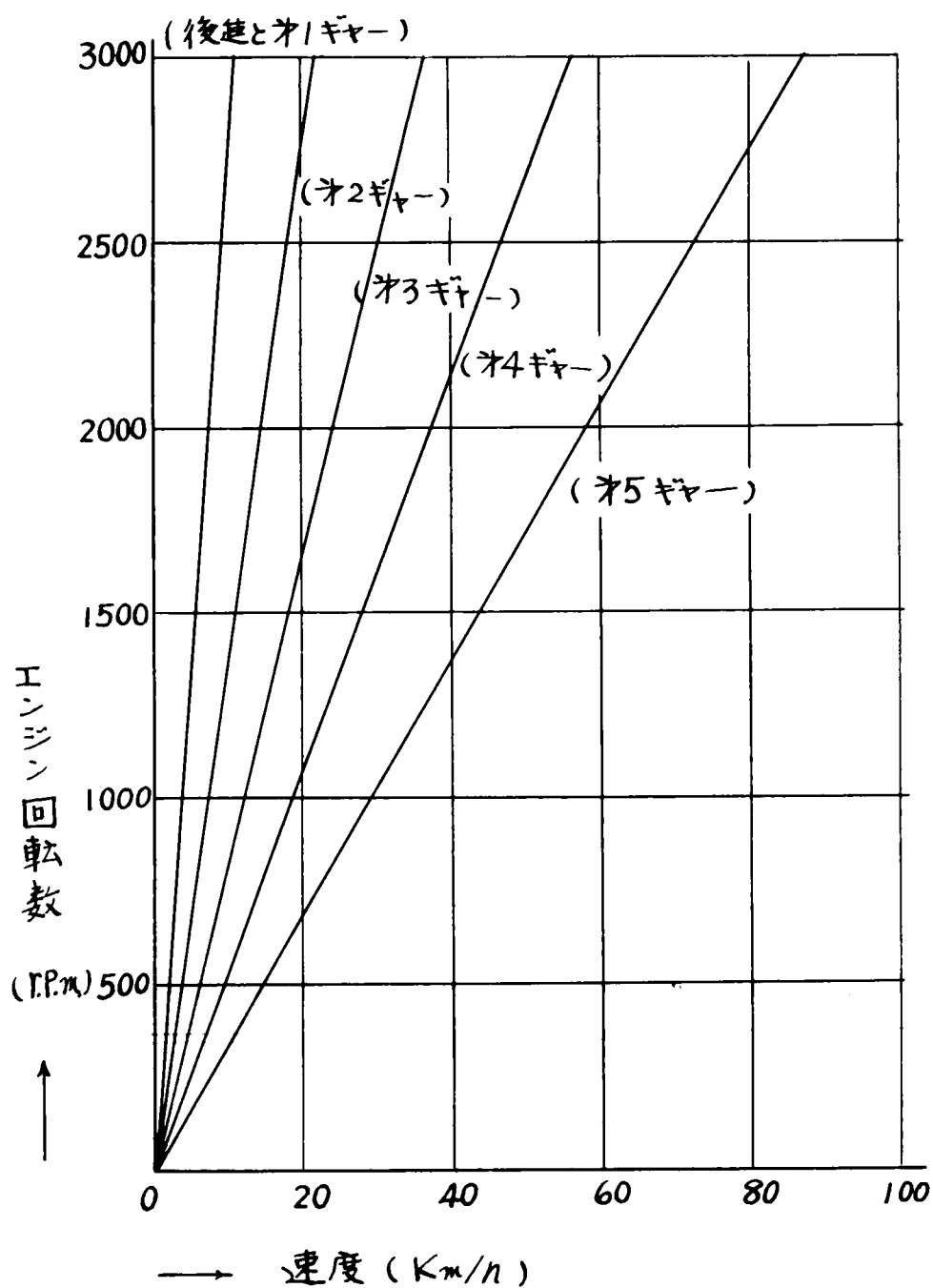
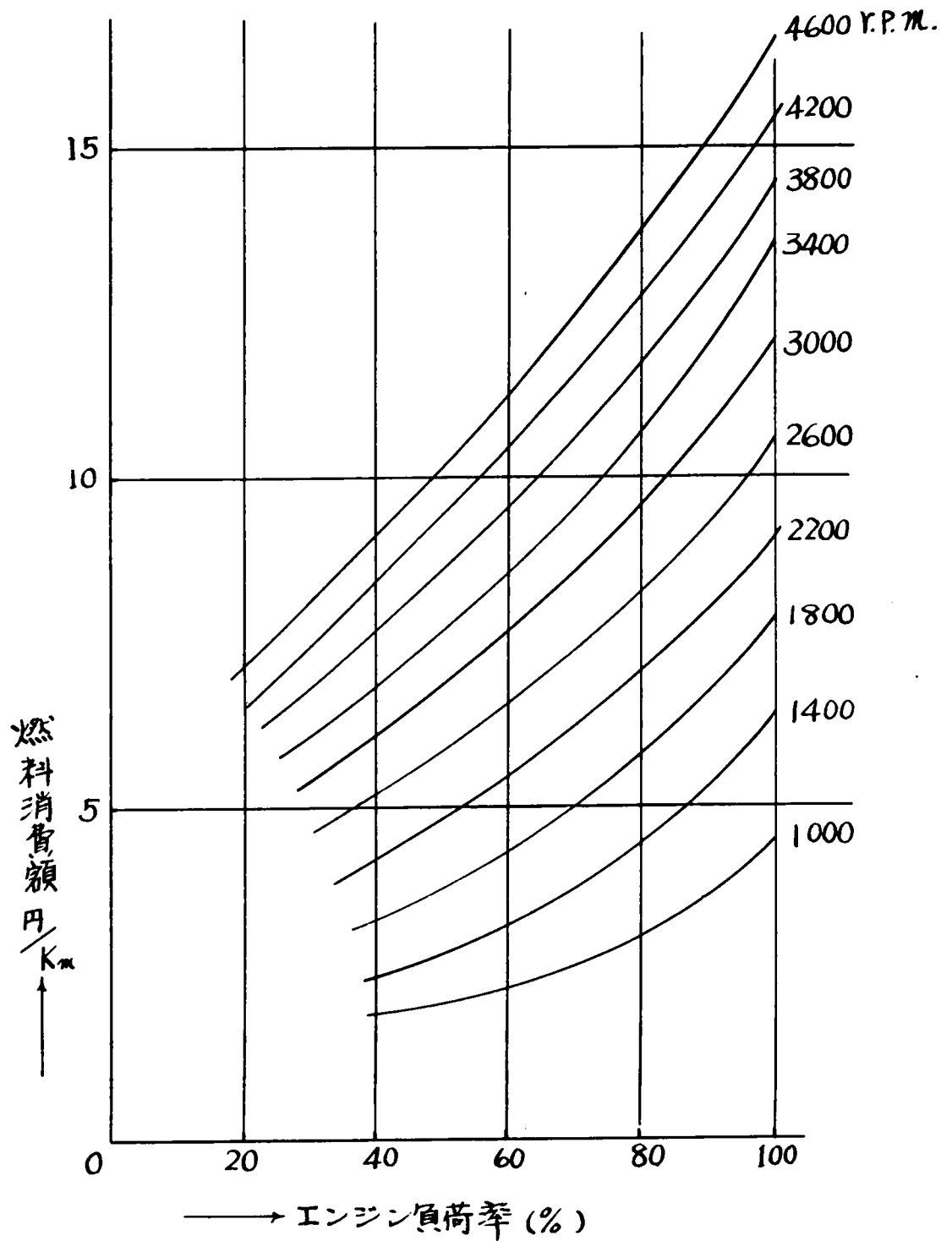


図-6.8 エンジン回転数と燃料消費額の関係



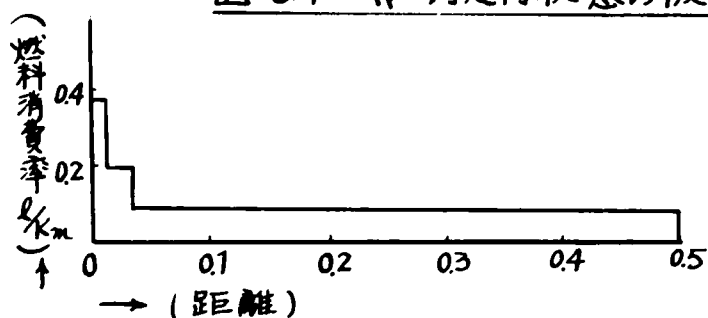
て負荷率ごとの燃料消費量が算出できる。この関係を図示したものが図-6.8である。

したがってギヤ別の速度変化に対する燃料消費量は、エンジン負荷率が定まれば決定できる。ここで求めた値に燃料単価を乗じて燃料消費額を決定できる。

一般に車の走行に対するエンジン負荷率を、つぎのように仮定すれば任意の走行状態のときの燃料消費量を算出できる。すなわち、 $n$ 番目のギヤでの走行は $(n-1)$ 番目ギヤによる80%負荷率で走行して $n$ 番目ギヤに対する十分な速度になってから、ギヤ変換を行なうものとし、最高ギヤでは任意の速度まで加速するときは負荷率80%とし、後負荷率は50%とする。このような仮定によると、街路交通のように交差点密度が大きい場所では燃料消費量が高くなり、道路が混雑して交通停滞がしばしば生ずるときには、それだけ燃料消費量が大きくなる。この仮定に基づいて交差点密度 $2\text{個所}/\text{km}$ で、交差点以外には停止個所がない場合の走行に対する燃料消費率は、図-6.9

のように示される。

図-6.10は、  
各車種の各ギヤに



おける燃料消費率を、図-6.7, 図-6.8 から算出したものである。図-6.10を利用して各車種の各ギヤにおける燃料消費量を計算できる。この計算に際して(九-1)番目のギヤの負荷率 80% がどこまで続くかが問題となるが、これは車の加速性能によって支配され、その基準値としては表-6.1の値をとればよい。<sup>4)</sup>

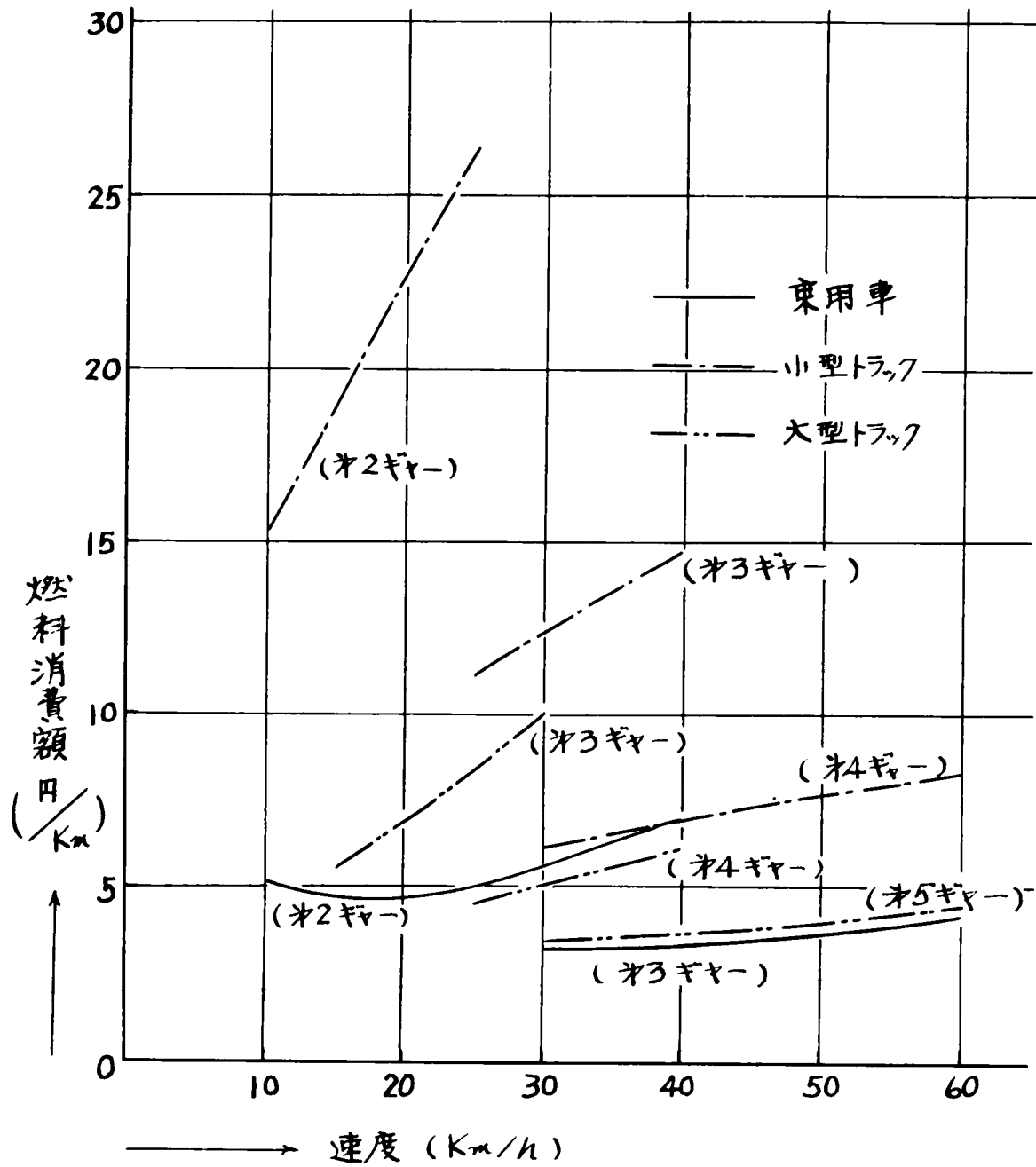
表-6.1 乗用車およびトラックの平均加速度

車種区分	加速度 速度	各速度に達するまでの加速度 $\text{Km/h/sec}$					
		8 $\text{Km/h}$	16 $\text{Km/h}$	24 $\text{Km/h}$	32 $\text{Km/h}$	40 $\text{Km/h}$	48 $\text{Km/h}$
車種平均最大値		2.056	1.967	1.877	1.743	1.654	1.564
車種平均標準		1.251	1.162	1.073	0.983	0.939	0.894
乗用車に対する平均		1.475	1.386	1.296	1.207	1.117	1.028
トラックに対する平均		0.894	0.849	0.804	0.760	0.715	0.670

表-6.1の値と現在市販されている国産車のエンジン性能とから、乗用車・小型トラック・大型ディーゼルトラックの各ギヤにおける速度別燃料消費量を計算すると、表-6.2のようになる。



図-6.10 速度・燃料消費曲線



乗用車 表-6.2 (1) ギャー別・速度別燃料消費量

ギャー	速度 (Km)	エンジン回 転率(RPM)	エンジン 負荷率(%)	燃料消費 係数(l/Km)	所定速度までの 燃料消費量(l)	距離当たり燃 料消費量(l/Km)	燃料費 (円/Km)
2	10	630	14.1	0.113	0.0559	0.116	5.20
	20	1270	28.2	0.100	0.0495	0.103	4.63
	30	1900	42.3	0.123	0.0609	0.126	5.65
	40	2540	56.3	0.155	0.0767	0.157	7.07
3	30	1150	25.6	0.063	0.0299	0.071	3.22
	40	1540	34.2	0.065	0.0309	0.073	3.31
	50	1920	42.7	0.075	0.0359	0.083	3.76
	60	2310	51.3	0.086	0.0412	0.094	4.24

注 所定速度までの燃料消費量は、ギャーの異なるものを  
含めてその速度に達するまでに消費した燃料を示す。

小型トラック

ギャー	速度 (Km)	エンジン回 転率(RPM)	エンジン 負荷率(%)	燃料消費 係数(l/Km)	所定速度までの 燃料消費量(l)	距離当たり燃 料消費量(l/Km)	燃料費 (円/Km)
2	10	1785	35.7	0.315	0.165	0.340	15.3
	15	2675	53.5	0.420	0.208	0.426	19.2
	20	3570	71.4	0.503	0.249	0.508	22.9
	25	4465	89.3	0.584	0.283	0.588	26.5
3	25	2500	50.0	0.226	0.107	0.249	11.2
	30	3000	60.0	0.257	0.122	0.278	12.5
	35	3500	70.0	0.280	0.133	0.300	13.5
	40	4000	80.0	0.307	0.146	0.325	14.6
4	30	1850	32.6	0.090	0.039	0.138	6.2
	40	2170	43.4	0.109	0.047	0.154	6.9
	50	2720	54.3	0.128	0.055	0.171	7.6
	60	3260	65.2	0.145	0.063	0.186	8.3

表-6.2(2) ギャー別・速度別燃料消費量

## 大型トラック

ギャー	速度 (Km)	エンジン回 転率(R.P.M)	エンジン 負荷率(%)	燃料消費 係数(l/Km)	所定速度までの 燃料消費量(l)	距離当たり燃 料消費量(l/Km)	燃料費 (円/Km)
3	15	1245	47.9	0.163	0.0774	0.182	5.45
	20	1660	63.9	0.210	0.0998	0.226	6.79
	25	2080	79.9	0.266	0.1260	0.279	8.39
	30	2490	95.8	0.323	0.1530	0.334	10.01
4	25	1360	52.3	0.116	0.0505	0.149	4.48
	30	1630	62.7	0.137	0.0596	0.168	5.03
	35	1910	73.5	0.160	0.0696	0.188	5.63
	40	2170	83.5	0.180	0.0785	0.205	6.15
5	30	1040	40.0	0.085	0.0251	0.116	3.47
	40	1390	53.3	0.073	0.0288	0.123	3.69
	50	1730	66.7	0.092	0.0354	0.136	4.09
	60	2080	80.0	0.112	0.0430	0.152	4.55

表-6.2 の値を使用して、車の燃料消費量を速度の連続関数として表現するために、各車種ごとにその道路の条件に適した範囲内で代表速度を数点とり、最小自乗法で式(6.4)の係数  $a \cdot b \cdot c \cdot d$  を決定する。いま、高速道路では中間停止点はないものとし、一般道路平地部では  $1\text{箇所}/\text{Km}$  の停止点を、街路部では  $2\text{箇所}/\text{Km}$  の停止点を考えて燃料消費量を算出したものが、式(6.5)へ式(6.12)である。ただしこの計算に使用したガソリン・軽油の単価は、それぞれ  $45\text{円}/\text{l}$ 、 $30\text{円}/\text{l}$  である。 $q$  は燃料消費額(円)、 $L$  は走行距離(Km)を示す。

#### 高速道路乗用車

$$\frac{q_{r1}(C_o)}{L} = 0.00166V^2 - 0.211V + 12.56 + 29.8/V \quad \text{----- (6.5)}$$

#### 高速道路トラック類

$$\frac{q_{r2}(C_o)}{L} = 0.00326V^2 - 0.335V + 11.93 + 274.9/V \quad \text{----- (6.6)}$$

#### 一般道路平地部乗用車

$$\frac{q_{r1}(C_o)}{L} = 0.00525V^2 - 0.470V + 19.73 + 49.5/V \quad \text{----- (6.7)}$$

#### 一般道路平地部トラック類

$$\frac{q_{r2}(C_o)}{L} = 0.00854V^2 - 0.673V + 19.40 + 305.7/V \quad \text{----- (6.8)}$$

一般道路山地部乗用車

$$\frac{g_{r3}(C_0)}{L} = 0.00975V^2 - 0.542V + 26.75 + 16.0/V \quad \text{-----} (6.9)$$

一般道路山地部トラック類

$$\frac{g_{r4}(C_0)}{L} = 0.0171V^2 - 0.936V + 30.38 + 257.6/V \quad (6.10)$$

街路乗用車

$$\frac{g_{s1}(C_0)}{L} = 0.00845V^2 - 0.651V + 26.83 + 29.4/V \quad (6.11)$$

街路トラック類

$$\frac{g_{s2}(C_0)}{L} = 0.01755V^2 - 1.318V + 37.07 + 219.6/V \quad (6.12)$$

一般道路山地部の計算には、平均勾配 4% の坂路が上り下り半々に存在するものと仮定して、ギャーゴとの負荷率を変化させて算出してある。これらの式 (6.5) ~ (6.12) は、自動車の走行に要する経費のみを算出したにすぎないから、有料道路の場合では距離 1 Km 当たりの単位通行料金を加算する必要がある。通行料金の加算は、単位距離当たりの料金率  $P/L$  を使用するときには単純に式 (6.5) ~ (6.12) に  $P/L$  を加算すればよいが、距離に関係なく固定した料金を徴収する場合には、料金徴収所に相当するところへ仮空の /

ードをおいて仮空ノードを通過するとき、

$$g(C_0) = P \quad \dots (6.13)$$

だけを経費評価値に折り込めばよい。この方法は、都市高速道路の解析に使って非常に有効であり、一般に街路から高速道路への上りのランプで  $P$  だけを加算し、下りランプでは  $P = 0$  とおけば固定料金徴収のシミュレートができる。

走行快適度を左右する要素としては、走行速度・道路の状態・沿道の環境・景色などが含まれ、しかも車種ごとの評価差・運転者の個人差が著しいので一定の基準で算出することは困難である。また、走行費用と所要時間は距離の単調増加関数と見なせるが、快適度はこれと同じには考えられないので、観光的性格が少ない道路では快適度を省略して評価値を作成すれば、より实际的である。しかし、観光やドライブを目的とする乗用車では相当大きな要因となるので、高速道路や快適性を強調する路線・有料道路などでは、この項を加味して評価値を算出する。この操作は、前述の理由により画一的には定めがたいが、有料高速道路の場合は数値表現がしやすい速度を媒介にして快適度を出すことができる。

すなわち、高速道路を走行する車は、料金を支払って期待した速度が出た場合には、その料金にひきあう快適度がえ

られたとし、期待以上の速度が安全な状態で出せたときは、支払料金以上の快適度をえたと考える。逆に期待した速度が出せない場合は、料金にひきあう快適度がなく、料金を払っただけの価値を認めず損をしたと考える。このようなときの快適度は、式(6.14)で示される。

$$h(A) = -P \times V / V(E) \quad \text{----- (6.14)}$$

ここで  $P$  は通行料金 (円/km),  $V(E)$  は期待速度,  $V$  は実走行速度である。以上は有料道路の場合であるが、速度を誘示する一般の自動車専用道についても同じ考えが適用できる。

これで道路評価値に関係のある要因の関数関係が明らかにされたが、この関数は、 $E$  の単位を何にするかによって定まる。いま、 $E$  を金額によって表わせば

$$E = \tau T + C_0 + \alpha A \quad (6.15)$$

ここで  $\tau$  は、時間価値率で  $T$  (分) が  $\tau T$  (円) と等価であるということである。すなわち、所要時間を 1 分短縮すれば  $\tau$  円の利益があると考えられるものである。<sup>12)</sup>

式(6.15)の  $\tau$ ・ $C_0$ ・ $A$  は区間それぞれの特性値であるから、単位距離当たりの評価値に換算する必要がある。いま  $L$  を延長,  $C_0$  を単位距離当たりの走行経費 (通行料金を含

まず),  $P$  を通行料金とすれば,

$$E/L = \tau(1/V) + aV^2 + bV + C + d/V + P/L + dA \quad \dots (6.16)$$

式(6.16)のようになり、 $P/L$  と  $dA$  を省いて  $\tau$  を表-6.3の値を用いて、式(6.5)~(6.12)を書きなおすと式(6.17)~(6.24)が求められる。このうち、式(6.17)~(6.24)は愛知県道路網の交通流解析および名古屋の高速道路網計画の基礎解析に利用した値であり、他地域の交通流解析にも十分役立つものである。トラック類の大型・小型の構成比は大型車 20%・小型車 80% と仮定してある。

表-6.3 時間便益率

車種	時間便益率 (円/分)
乗用車	7.05
小型トラック	3.17
大型トラック	6.34

### 高速道路乗用車

$$E_{e1}/L = 0.00166 V^2 - 0.211 V + 12.56 + 452.8/V \quad \dots (6.17)$$

### 高速道路トラック類

$$E_{e2}/L = 0.00326 V^2 - 0.335 V + 11.93 + 558.3/V \quad \dots (6.18)$$

### 一般道路平地部乗用車

$$E_{r1}/L = 0.00525 V^2 - 0.470 V + 19.73 + 472.5/V \quad \dots (6.19)$$



一般道路平地部トラック類

$$Er2/L = 0.00854V^2 - 0.673V + 19.40 + 533.7/V \quad \cdots (6.20)$$

一般道路山地部乗用車

$$Er3/L = 0.00975V^2 - 0.542V + 26.75 + 438.0/V \quad \cdots (6.21)$$

一般道路山地部トラック類

$$Er4/L = 0.0171V^2 - 0.936V + 30.38 + 485.6/V \quad \cdots (6.22)$$

街路乗用車

$$Es1/L = 0.00845V^2 - 0.651V + 26.83 + 452.4/V \quad \cdots (6.23)$$

街路トラック類

$$Es2/L = 0.01755V^2 - 1.318V + 37.07 + 447.6/V \quad \cdots (6.24)$$

以上で評価値の算出方法を決定したが、つぎの4点を付言しておかねばならない。

第1に、路線選択において各要因に対する影響力は、車種や走行の目的により著しく異なる。厳密に言えば各運転者によって異なり、式(6.16)で求めたのはその期待値である。

第2に、配分計算の都合上道路評価値を各車種ごとに算出しないで、1区間を代表する値で表現することが多い。この場合は、車種別に求めた評価値に車種構成率 $\phi$ を乗じて

式(6.25)のように求められる。

$$E = \sum_i g_i E_i \quad \text{----- (6.25)}$$

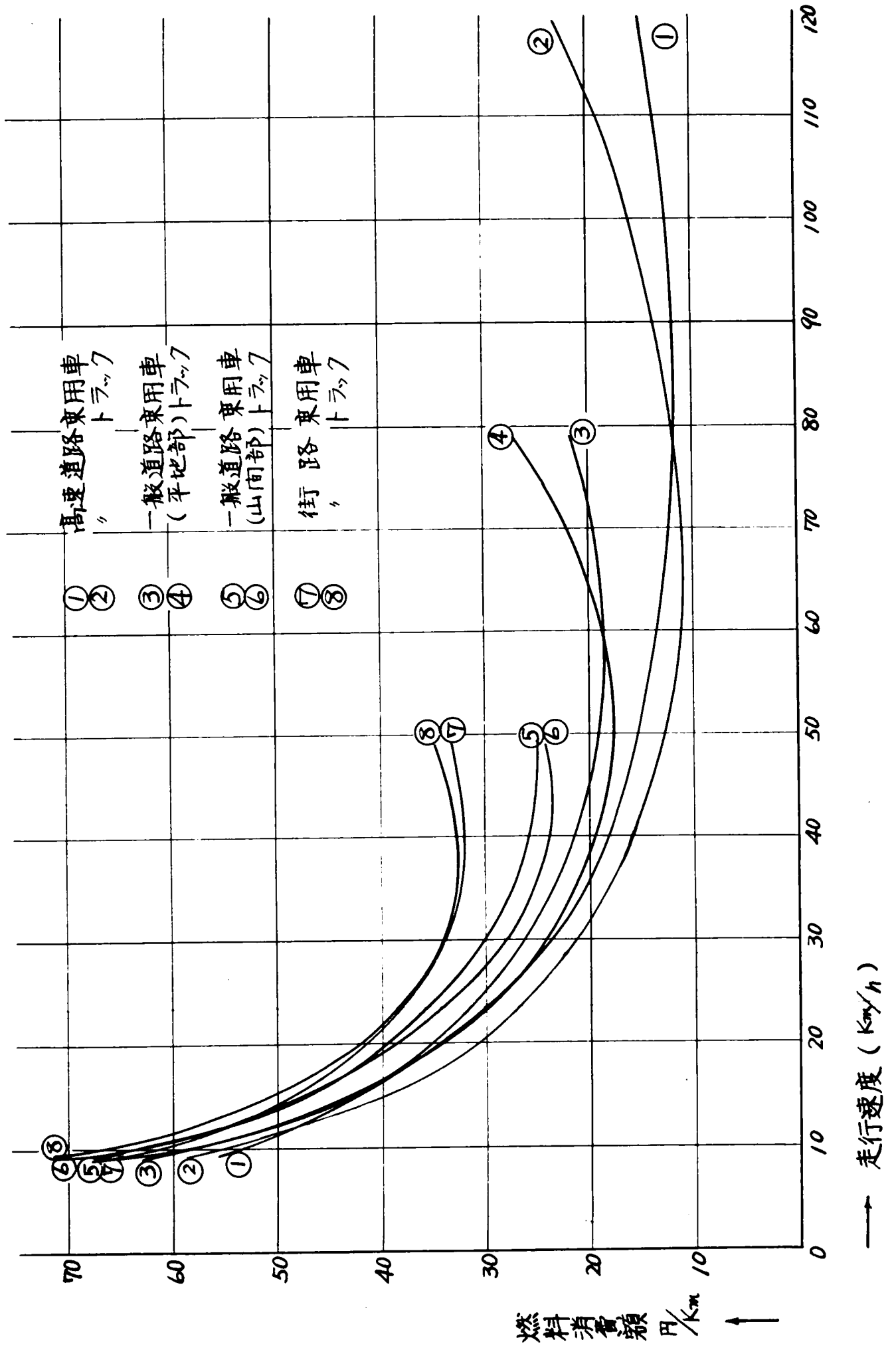
第3に、速度  $V$  は道路の規格によつて異なるから一律に定めることはできない。すなわち、式(6.16)を道路規格に応じて数種作つておくのが望ましい。図-6.11は、式(6.17)～(6.24)の評価値関数を示したものである。道路が混雑していないときに採用する評価値は、 $E/L$  が最小値をとるような速度がよいが、簡便法としては道路構造令に定められた設計速度の約70%を採用して大差はない。

第4に、評価値は道路の混雑する度合によつて変化するが、これは走行速度の変化という形で解析するときにフィードバックされる。式(6.16)は速度の関数として  $E/L$  が示されているので、これで交通混雑による制限付き解析や交通分散の解析をすることができ、

## §5. 最適経路探索と区間交通量算出のプログラム

最適経路の決定と区間交通量の算定は、交通解析の主要部分になるが、これを計算機に行なわせる手順を知ることが必要である。このためには、第5章で述べた *minimum tree*

図-6.11 道路規格別・車種別走行速度-評価値の関係



の原則にしたがって I, J を結ぶ数経路間で優劣判定の繰り返し演算を計算機で行なわせればよい。

実際の道路網の中で、ある交通についての最適経路を探す具体的方法としては、つぎのように考えればよい。いま、

図-6.12のような道路網

があり、I から J へいく

経路を考えると、最適経

路は J に隣接する  $K_g$  を

通って J に入る経路中

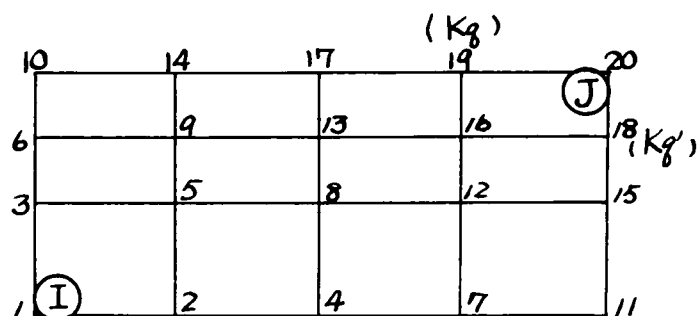


図-6.12 道路網模型図

で、 $K_g$  までの経路が最良のものを探し出して  $K_g$ -J 区間を加えたものと、もう一つの隣接点  $K_{g'}$  について I から  $K_{g'}$  までの最適経路に  $K_{g'}$ -J 区間を加えたものの中から必ず生ずる。このことは第5章 §5. の表現を借りれば、道路網の中で起点 I, 終点 J が与えられたとき、幾本かの経路  $Q_k(I, J)$  が見つけられる。この経路は、各自に経路評価値式 (5.28) を持ち、

$$E(Q_k(I, J)) = \sum_{S \in Q_k} E(S) \quad \text{----- (5.28)}$$

最適経路は、 $E(Q_k(I, J))$  の最小値を有する経路と定義されるので式 (5.31) のようになる。

$$R_1(I, J) = \{Q_k | E_1(I, J)\} = \min_{Q_k \in Q} E(Q_k) \quad \text{----- (5.31)}$$

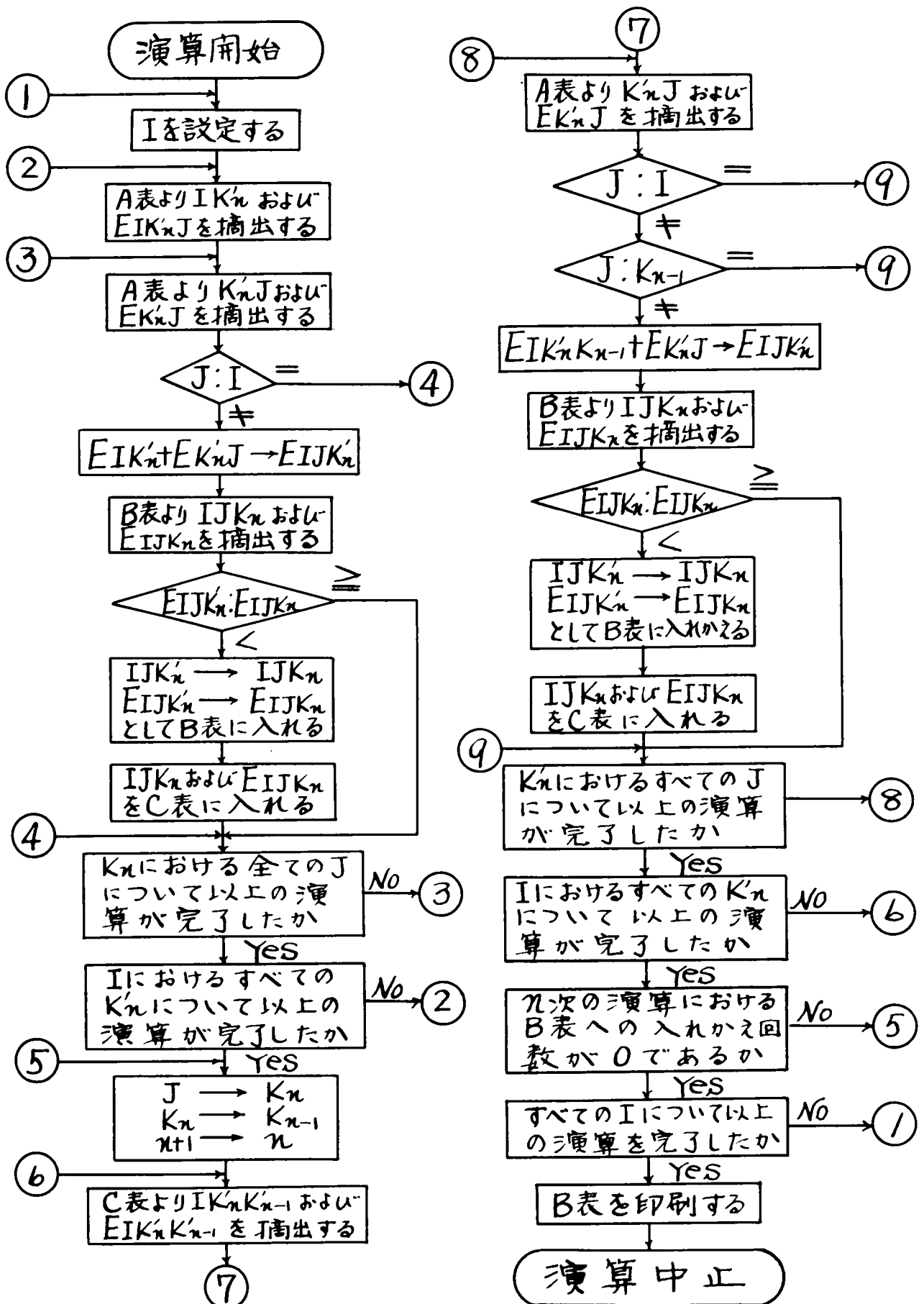
しかも  $Q_k(I, J)$  は必ず隣接点  $K_g$  か  $K_g'$  を通過しなければならないので、 $R_i$  は式 (6.21)・(6.22) の  $R_i'$  か  $R_i''$  のいずれかから生ずる。

$$R_i' = \{Q_k | \min_{Q_k \in Q} E(I, K_g) + E(S_g)\} \quad \text{----- (6.21)}$$

$$R_i'' = \{Q_k | \min_{Q_k \in Q} E(I, K_g') + E(S_g)\} \quad \text{----- (6.22)}$$

式 (6.21)・(6.22) は  $Q_k(I, J)$  を  $Q(I, K_g) + S_g$  と分解して式 (5.31) を成立させたもので  $Q(I, K_g)$  はまた  $Q(I, K_{g-1}) + S_g$  と順次退化させることが可能である。この退化を順次繰り返してゆけば、起点  $I$  からその隣接点である  $K_1, K_2, K_3, \dots$  に至る経路の最適解が判明する。さらに  $I$  を始点として、 $K_1, K_2, K_3, \dots, K_n, \dots, K_g$  を中間点とした  $J$  に至る最適解が求められる。したがって道路網をノードとリンクで構成して各々に番号を打ち、1つの交点にどんな区間が隣接しているかさえ明らかにしておけば、最適経路の探索は容易にできる。

計算機内部で最適経路の探索を行なうには、§3で述べた道路の結合状態を示す結合表 (CON表)・区間評価値  $E(S_g)$  を示すリンク表 (A表) を用意すれば、この両表と計算用の仮ルート表 (C表) を利用して最適経路の探索を行なうことができる。その解析手順のフローチャートは、図-6.13のようである。図-6.13のうち、 $I, J, K_n, E$  はいずれも第5章



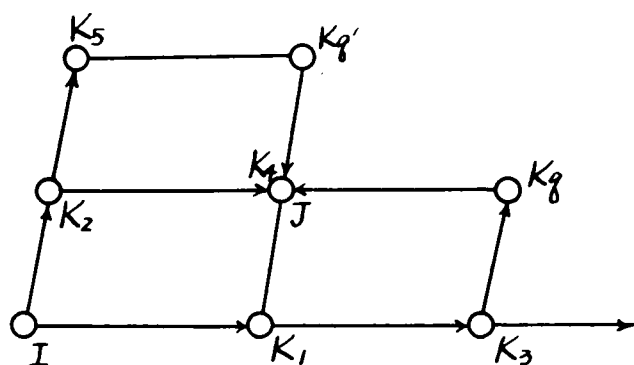
の定義で述べた性質をもつものである。ただ道路の区間評価値は  $E$  として、その区間の両端のノードを添字として示した。すなわち、これまでの定義の  $E(S_j)$  が  $E(IJ)$  となっている。計算の便宜上、中間点を持つ経路の評価値は、 $E_{IJK}$  のように添字の末尾項に最終経過点を示してある。なお、記号にダッシュがついているところは現在新しく計算しているものを示し、すでに計算済みのものと区別した。したがって  $K_n$ ,  $E_{IJK_n}$  は、新しく計算している交点および  $I$  から  $K_n$  を通って  $J$  に至るまでの道路評価値を示している。 $n$  は、結合次数を中間点の数として示したもので、 $K_n$  は起点から  $n$  次数の交点を示すものとしている。また、区間  $IJ$  を示すときは経路  $IJ$  と区別するため  $\widehat{IJ}$  とした。

この計算方式は、特定の  $I$  から特定の  $J$  へ行く交通だけを取りあげて探索しないで、起点  $I$  が定まった場合、

$I$  に対する終点のすべてを結合次数（区間の連結数）の低いものから順次計算して、図-6.6のB表を逐次計算して行き、計算途中で競合がおこる場合に *minimum tree* の原則にしたがって劣悪経路を順次抹殺して行く方法を採用してある。

たとえば、図-6.14に示すように  $I=K_0$  を起点とする最適経路群を探索する場合、 $J=K_4$  としてそれのみを探索

図-6.14



するのではなく、I-J間  
が結合次数 2 であるか  
ら、結合次数 2 で到達  
できる  $K_3$ ,  $K_5$  も同時に  
経路探索を行なっていく

。  $K_4$  には  $K_1$  からの経路と、  $K_2$  が 2 次結合路線として存在するので *minimum tree* の原則から、いずれか一方が劣悪路線として抹消される。つぎに 3 次結合で  $K_q$ ,  $K_{q'}$  に対する最適経路の探索が進められ、つぎの 4 次結合で  $J = K_4$  に対する  $K_q$ ,  $K_{q'}$  からの検算が試みられる。もちろん、この前に  $K_q$ ,  $K_{q'}$  への最適経路が  $K_4$  からのものであることが判明すれば、この検算は行なわれない。結合次数がたかい経路のほうがよいと判定された場合には、前に計算した結果と関係があるとみられる交点すべてについて後から再計算をしていく方法をとるから、いつまでも新しい計算を継続するように見えるが、1 交点を 2 回通ることはありえないので、新しく結んだ交点が起点にもどっていないか、1 つ前の中間点にもどっていないかを調べるようにしておけば、この問題は容易に解決できる。1 つの起点から全終点に対する経路の決定が終了したか否かは、結合次数が 1 つ増して新しく計算されて



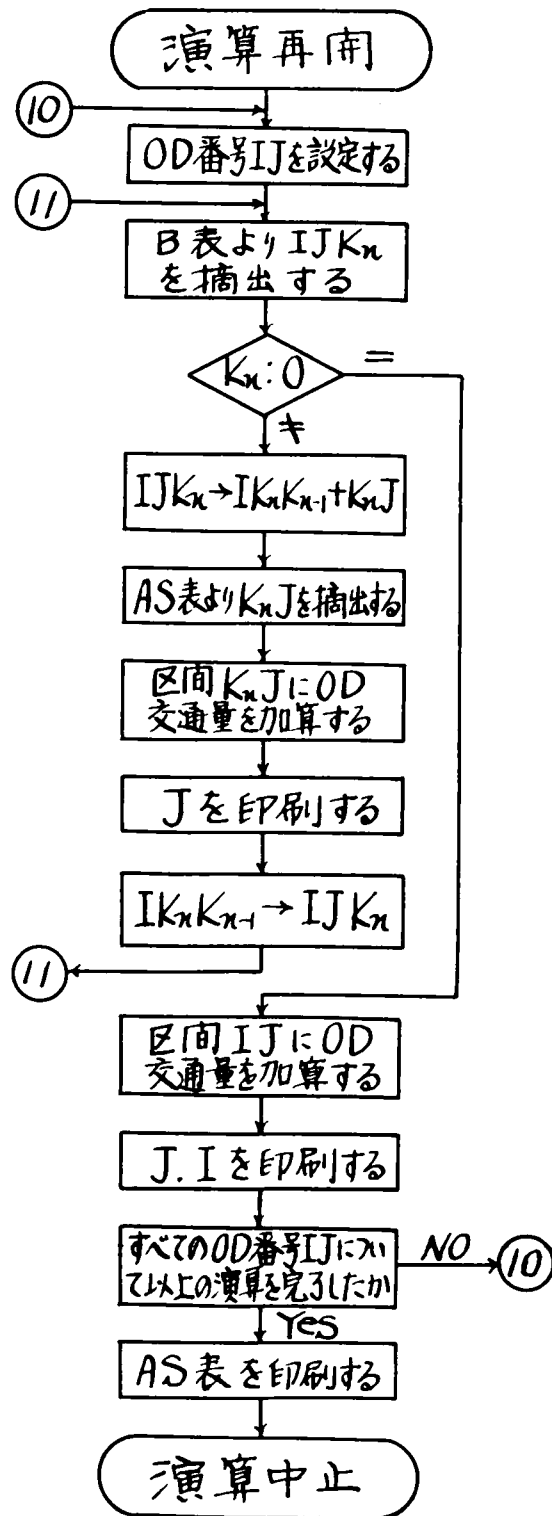
くる経路がすでに求められていた解よりも全部が劣性か否かで判断される。全部が劣性となった場合は、その起点に対する最適解は全部求められたことを示し、演算をつぎの起点に移し、同様な計算を繰り返してすべての交点について計算を終了すれば、道路網内の各起点からすべての終点までの最適解を求めたことになる。

つぎに区間交通量の算定を行なうが、これは経路探索のときに  $Q(I, J)$  を  $Q(I, K_n) + S_n$  に分解して退化させていき、単位の  $S_j + S_{j+1}$  から構成を始めたのと逆に経路探索で最適の経路がすでに求められており、それを式(6.13')のように分解して

$$R_i = \left\{ Q_k \left( \min_{Q_k \in Q} E(I, K_n) + E(S_n) \right) \right\} \quad \dots\dots (6.13')$$

$S_g$  に、図-6.6のOD表にある交通量を落していけば、OD交通ごとに終点側から各区間に交通量を順次配分できる。経路分割の終了の判定は、中間点  $K$  の存在がなくなったかどうかで行なわれる。1組のOD交通について交通量配分が終われば、OD表の順にしたがって全部のOD交通量を配分して各区間に配分された交通量を算出できる。交通量配分のフローチャートを図-6.15に示した。

図-6.15 最適経路の構成と交通量配分のフローチャート



## § 6. 結語

本章では、第5章で述べたネットワーク理論によるシミュレーションをいかに電子計算機で行なうかについて具体的な手順を示した。ネットワーク・シミュレーションは、競合シミュレーションの範ちゅうに属するものであり、シミュレーターとしては計算機の論理回路をそのまま利用して演算によるシミュレーション適用が可能であることを論じた。

ついで計算機内における道路網の再現方法と、O D交通量の導入方法を示した。まず、解析対象道路網を決定しその道路網をノード・リンクの集合で構成できるようにし、ノード・リンクに付番して番号表示による道路網の構成を行なう具体策を示した。すなわち、ノードとリンクの結合状態、ノードと隣接ノードの結合状態、道路の単位区間の評価値を組織的に分割して表を作成し、その表で道路網の幾何学的な形態と規格を示し、同様に経路表を作成して最適経路の演算および経路表示を可能ならしめる準備を行なった。O D交通量・配分交通量についても同様の試みを展開した。

続いて競合シミュレーションの最も基本的な判定尺度となる評価値関数の決定方法について述べた。評価値関数は時間・

走行経費・快適性・安全性などの影響を受けるところが大きく、これらの要因の関数とみなしうるものであるが、交通流の解析をするとき車の走行状態を示す条件、たとえば速度・混雑度などがこれらの要因の中で表現されなければならないものであることを述べ、時間・経費・快適性の評価の仕方について考察を試み、具体的な数値および関数形の提案をした。とくに走行経費については、交通工学的見地からエンジンの負荷率・回転率が燃料消費にどんな影響を及ぼすかを、追求して評価値の客観的資料を作成した。

最後に、実際に電子計算機で最適経路を探索する場合の論理と手順を展開した。すなわち、最適経路は絶対に環状結合をしないという定理に基づき、経路探索は道路の単位区間の結合状態とその評価値が判明しておれば、結合次数の高い経路を順次分解して、結合次数の低いほうから競合シミュレーションを繰り返すことにより、最適経路を探ることが可能であり、計算機で具体的に解析を試みるときのフローチャートを提示した。ついで区間交通量の配分は、経路探索と逆の演算を繰り返して各区間にOD交通量を配分することが容易であるを示し、同様にフローチャートを提示した。

本章では、以上のようにシミュレーションの基本的な問題の

考え方を展開するとともに、具体的な計算手順を示した。本章で述べたところはいくまでも基本問題であるが、この基本をもとにしてさらに交通分散や容量制限など、次元の高い解析が展開できるのであり、交通流解析を発展させるために絶対に必要な個所について論述し、交通流解析への足掛りを示した。

## 参 考 文 献

- 1) D.M.Hill and N.Doug; Travel Mode Split in Assignment Programs in Trip Characteristics and Traffic Assignment, Highway Research Board, Bulletin 347, 1962. pp. 290 - 301.
- 2) W.G.Stratton and Others; Chicago Area Transportation Study, Vol. 2, July 1960.
- 3) M.Mōri and T.Nishimura; The Shortest Route through a Network by Matrix Method and its Application to Traffic Assignment Problem, Memoirs of the Faculty of Engineering, Osaka City University, Vol. 5, Dec. 1963. pp. 149 - 162.
- 4) 加藤 晃: 道路網計画における交通流解析の適用 I, II, 道路 No. 283, 284, 1964. PP. 728-737, pp. 875-884.
- 5) 経営科学研究会編: シミュレーション入門, 考え方とやり方, 日刊工業新聞社, 1961.
- 6) 毛利正光, 西村 昂: 道路中間点にノードを考えた交通量配分について, 土木学会第 19 回年次学術講演会講演概要, 1964. PP. IV-7.
- 7) 平尾 収: 自動車計画原論の試み, 東京大学出版会, 1963.
- 8) Paul, A.Claiffey; Time and Fuel Consumption for Highway-User Benefit Studies, Public Roads, Vol. 31, No. 1, 1960. pp. 22 - 31.
- 9) 片平信貴: 道路工学, 技報堂, 1956.
- 10) F.Whol; Simulation and its Application to Traffic Engineering, Part I, Traffic Engineering, Vol. 30, No. 11, Nov. 1960.
- 11) D.L.Gerlough; Traffic Inputs for Simulation on Digital Computer, Proc. Highway Research Board, No. 38, 1959. pp. 480 - 492.

- 12) F.M.Hall and S.J.George; An Effective Measure of Congestion and Level of Service, Proc. Highway Research Board, No. 39, 1959. pp. 511 - 529.
- 13) 建設省都市局編：大都市幹線街路計画報告書, 1961.

## 第7章 競合路線を考えた場合の交通流配分

### § 1. 概説

第5, 第6章において道路網計画における交通流解析の考え方と電子計算機による交通流配分のシミュレーションの適用方法を述べた。この配分シミュレーションでは、道路や交通車両側に特別の制約条件はないものとして各OD交通ごとに最適経路の決定を行ない、そのとき道路網の各区間に配分される交通量を求める順序を示した。これは道路が常に理想的な状態で走行でき、評価値はいつも最良の値を維持し、しかもどれだけ大量の交通が流れてきても、その交通を走行速度が低下することなく負担できる状態であると仮定し、運転者の経路選択に対する尺度が個人によって変化しないとして経路探索を行なったもので、各OD交通は全部集中して最適経路に流れるとした場合の解析である。これはいわば各OD交通ごとの潜在的な希望交通量の配分解析を行なったものに等しい。



したがってこの結果は、特定路線に交通が集中しすぎる結果が出て、実際の交通の流れとはかなり相違した結果を示すことが多いが、とにかく各地域間相互を結ぶには対象道路網の中で、どの経路が希望路線の一番手であるかが明りょうになり、どの区間に交通集中が激しいかも同時に明らかにされるので、道路網計画の第一歩として網構成の良否、幹線道路の位置の検討および建設改良の順位決定の参考資料として、大きい意義を持つわけである。

しかしこの段階の解析だけでは道路網を構成している各区間が実際に負担するであろうと思われる交通量の推定や配分交通量と道路幅員のバランス、幹線道路とバイパスの競合、特定区間の幅員狭小によって生ずる混雑状態とそれに起因する交通流の変化、一般道路から高速道路への交通の転換、高速道路、都市高速道路におけるインターチェンジやランプウェイの交通状態を分析することは不可能である。そこで特定区間の配分交通量が容量を越えるようであれば、その混みかたによって走行速度が落ち所要時間、走行経費が増加する状態を配分シミュレーションの中に制約条件として繰り込ませ、最適経路と第2位以下に評価された経路との間で交通を分担する割合を解析し、さらに各経路内において交通混雑が生じてい

る場合には、それによって生ずる迂回交通の解析や経路変更の状態を明らかにする必要がある。

第7章および第8章では、主としてこれらの条件付き配分解析を行なう手法について述べることにする。まず解析の手順としては、つぎの順序で行なうことになる。

- (i) 計画年度のOD交通量推定を行なう。
- (ii) 解析対象となる道路網を作成する。
- (iii) 道路網を計算機内に再現できるように準備する。
- (iv) 道路網のリンクに対する評価値関数を決定する。
- (v) 最適経路および第 $n$ 位までの経路探索を行なう。
- (vi) 競合経路間の交通分担率を計算し、それにしたがって交通量を算出する。
- (vii) 1位から $n$ 位までの経路に配分された交通量を集計して、道路網各区間の配分交通量を算出する。
- (viii) 配分交通量が区間の交通容量を越えていないかを調べる。越えていないときは演算を終了する。
- (ix) 容量を越えている場合には評価値に変化が生ずるので、混雑度を考慮して新しい評価値の算定を行なつて、(iv)以下を再計算する。
- (x) 再計算によって混雑度を考慮した解析結果が、再び交

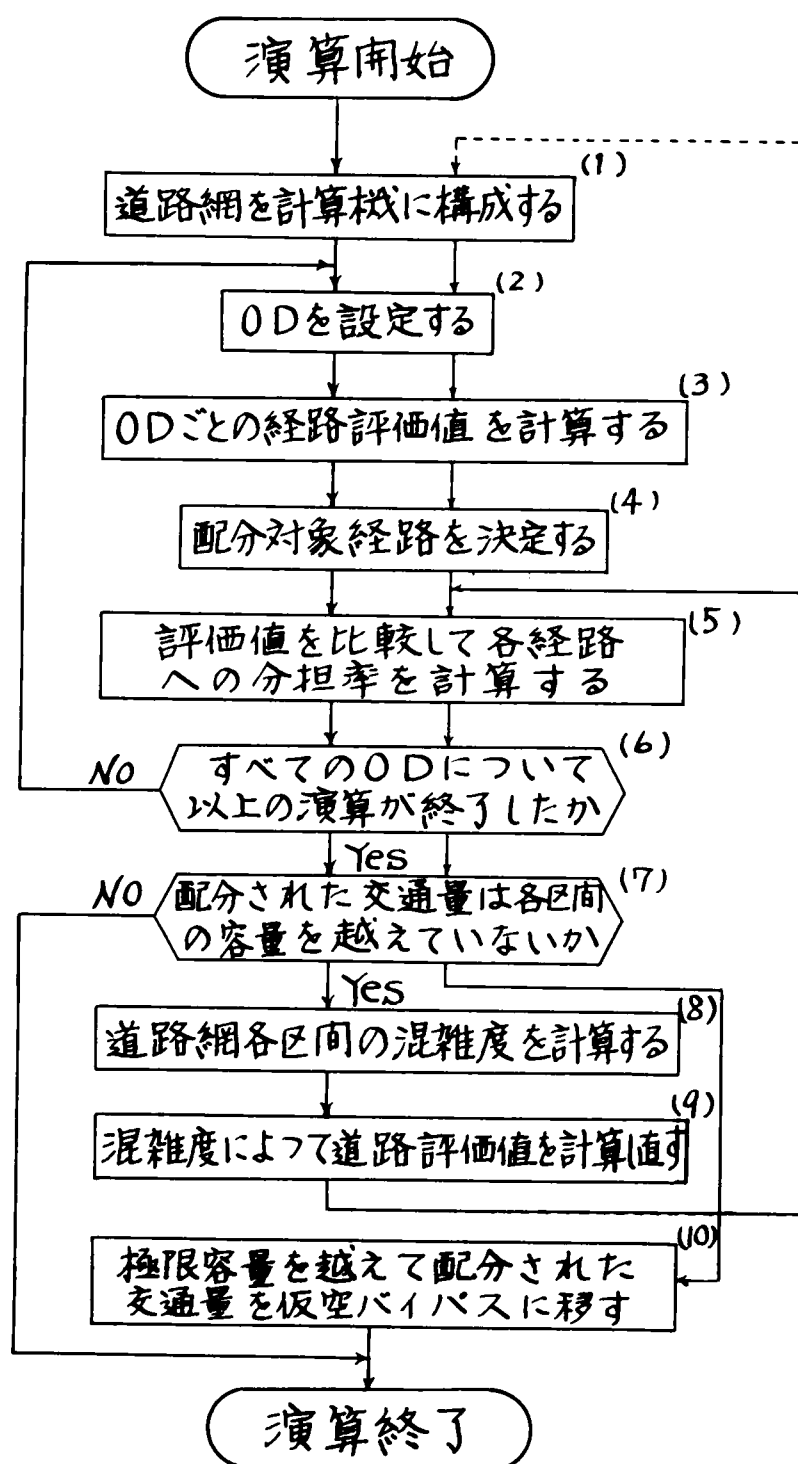
通容量を越えるときは、その超過交通量を算出して新線計画、バイパス計画の資料とする。

以上が制約条件を含んだ場合の交通流解析計算順序の大筋である。この中で(V)・(Vi)・(VII)が本章で論述する競合路線の探索と交通分散の解析に相当し、(IX)・(X)が第8章で述べる容量制限を伴った場合の解析に当たる。この計算手順を、ブロックチャートで示したものが図-7.1である。図-7.1および前述の各項目に対する注意事項を示せば、つぎのようである。

(i)～(iv)まではすでに第5、第6章で述べたところと全く同じ操作であるが、OD交通量推定の際に配分対象とする計画道路網の粗さを考えてOD区分を決定し、推定の精度・方式を考慮するのが望ましい。これは配分解析のときにその精度は(i)・(ii)・(iv)の精度中最も粗いものによって支配されるから、できるだけ同じ精度で計算が運ばれるように最初の計画で考慮すべきである。

つぎに(iv)の評価値は、競合路線における交通分散の解析や容量制限のある解析がこの評価値の変化によって十分になされうる要因と精度を持つように要因決定を行なう必要がある。

図-7.1 制約条件を考慮したときの解析手順



(V)においては最適経路、第2位経路、……、第*n*位経路の定義がきわめて重要な問題となってくる。同時に第2位以下の経路探索の方法を技術的に解決せねばならない。(Vi)では、交通量の分担率の解析が重要課題となり、(Viii)では、道路の混雑度を経路判定の尺度にどんな方法で折り込むかという臭がかきとなってくるが、各項目についての詳細は次節以下で述べる。

(X)の解析はすでに(Vi)において数路線の経路に交通が分かれている状態を明らかにし、(Viii)では混雑による経路変更を考慮しているので、この両方の過程を経てなお区間交通容量を越える交通が配分されるときは、迂回路をまわる交通を除いてもその区間が狭あい部となつていていることを示している。したがって当然解析対象としていた道路網を再検討する必要が生じているわけであるから、この容量を超過する交通を各区間ごとに算出しておいて、2次改良計画の資料とすればその順位決定や狭あい部の範囲、新路線の必要幅員に対する客観的な裏付け資料がえられることになる。

本章で述べる論点を大別するとつぎのようである。

- (1) 競合路線の定義および競合路線の探索
- (2) 競合路線間の交通量分担率の決定

まず、競合路線の定義はこの問題の基本的考え方に影響を及ぼすものであり、どんな路線を競合路線とするかを述べ、その定義に基づき解析対象道路網の構成について述べる。ついで競合路線の探索の考え方と計算機による探索手順を示す。

交通分担率の算定は、競合問題における基礎的な問題であり、AASHOの転換率曲線以来の研究課題でもあるので、基礎的な考え方2法を展開するとともに計算例として名古屋の幹線街路網をモデル化したものに分担交通流の解析を試みて実際の交通流解析に対する適用方法を提示する。

## §2. 競合路線の定義と探索

競合路線とは、最適経路に対して交通分担すると予想される最適経路と異なる第2位以下の経路を指すことはいうまでもないが、最適経路と異なる経路の基準をどこにおくかが非常に微妙な問題であり、解析の対象・規模の大きさ・政策によって変化するものである。論理構成上での競合路線は、すでに第5章§5.で述べたが正確を期するため再録するとつぎのようである。

起点  $I_0$  と終点  $J_f$  間を結ぶリンクの集合を経路といい、 $Q_k(I_0, J_f)$  と表わす。ここで添字の  $k$  は経路番号を示すものとする。経路  $Q_k$  には経路評価値があり、これはリンク評価値  $E(S_j)$  より計算される。

$$E\{Q_k(I_0, J_f)\} = \sum_{j=1}^k E(S_{j(k)}) = \sum_{S \in Q_k} E(S) \quad (5.28)$$

また、 $I_0, J_f$  間のすべての経路を要素とする集合を  $Q(I_0, J_f)$  と書く、すなわち、式(5.24)のように表現できる。

$$Q(I_0, J_f) = \{Q_k(I_0, J_f) | k = 1, 2, \dots, n\} \quad (5.29)$$

この中で最適経路の定義は、式(5.30)

$$E_1(I_0, J_f) = \min_{Q_k \in Q} E(Q_k) \quad (5.30)$$

に示される経路評価値  $E(I_0, J_f)$  を持つ最適経路とし、 $R_1$  で示せば式(5.31)になる。

$$R_1 = \{Q_k | E_1(I_0, J_f)\} = \min_{Q_k \in Q} E(Q_k) \quad (5.31)$$

第2位経路  $R_2$  は  $U_1 = R_1$  とおき、式(5.32)で定義する経路評価値をもつ経路をいう。

$$E_2(I_0, J_f) = \min_{Q_k \in U_1^c \cap Q} E(Q_k) \quad (5.32)$$

一般的にいつて  $U_n$  は式(5.33)で表現できるから、第  $n$  位経路は経路評価値が式(5.34)で定義される経路とする。

$$U_n = \{R_\ell \mid \ell = 1, 2, \dots, n\} \quad \text{-----} (5.33)$$

$$E_n(I_0, J_0) = \min_{Q_k \in U_n \cap Q} E(Q_k) \quad \text{-----} (5.34)$$

以上のように、式(5.30)～式(5.34)で定義する最適経路、第2位経路、……、第 $n$ 位経路は $Q_k(I_0, J_0)$ を構成する $S_j$ の集合が全く同一でない限り競合路線になるものと定義している。しかし、実際の道路網計画における競合路線は必ずしも長い経路の中で1～数区間のみが変化したものを別個の路線と考えることは少ないのでこの点に考慮を要する。すなわち、式(5.30)～式(5.34)の定義が成立して、しかも計画方針に矛盾しないように競合路線を定める必要がある。

道路計画に際して考えられる第2位路線のとりかたを分類すると、つぎのようである。

- (i) 最適経路と多少でも異なった経路を通るものは競合路線と見なす。
- (ii) 最適経路と第2位・第3位の経路が大幅に異なるものをつぎの経路と考え、ごく局部的に経路変更をするものは考慮外におく。
- (iii) 競合経路を全く別の道路網から選り出す。

(i)は、経路探索が比較的楽に行なわれるので解析に好都合であるが、道路網の規模が大きい場合にはごく一部分の経



路だけが多少迂回するだけの第2位経路が生じ、道路計画上必要とする第2経路の性格を持った交通を知る事ができない。したがってこの方法が使用できるのは、ノード（交点または交通発着点）の数が50点ぐらいまでの中小都市の街路網・小地域の道路網の場合に限られるであろう。

(ii)の考えかたは、図-7.2に示したがこれはどんな広域な道路網でも稠密な街路網にでも適用できて、しかも最適経路、第2位、第3位の経路がかなり大幅に異なった状態で探索できるから、計画上は最も交通状態を現実に近いものにして表現できる。しかし、この適用には2つの問題点がある。1つは第2位以下の経路探索の方法であり、いま1つは大幅に異なった状態を計算機にどう指令するかという点である。

前者については、第1位の経路（最適経路）と第2位、……、第n位までの経路の探索平面を変えて探すことで解決される。すなわち、第6章の最適経路探索の論理は、あるノードを起点としたときに構成される経路は必ず交わらないということであり、これはあるノードに達するのに最適経路は1本しか存在しないことを意味する。<sup>8)</sup> 第2位経路の選択に関しても、これを拡大し各ノードに架空のノードを伴わせこれを結ぶときは交差しないものとするればよい。幾可学的にいえば

図-7.2 道路網計画における交通量配分の解析手順

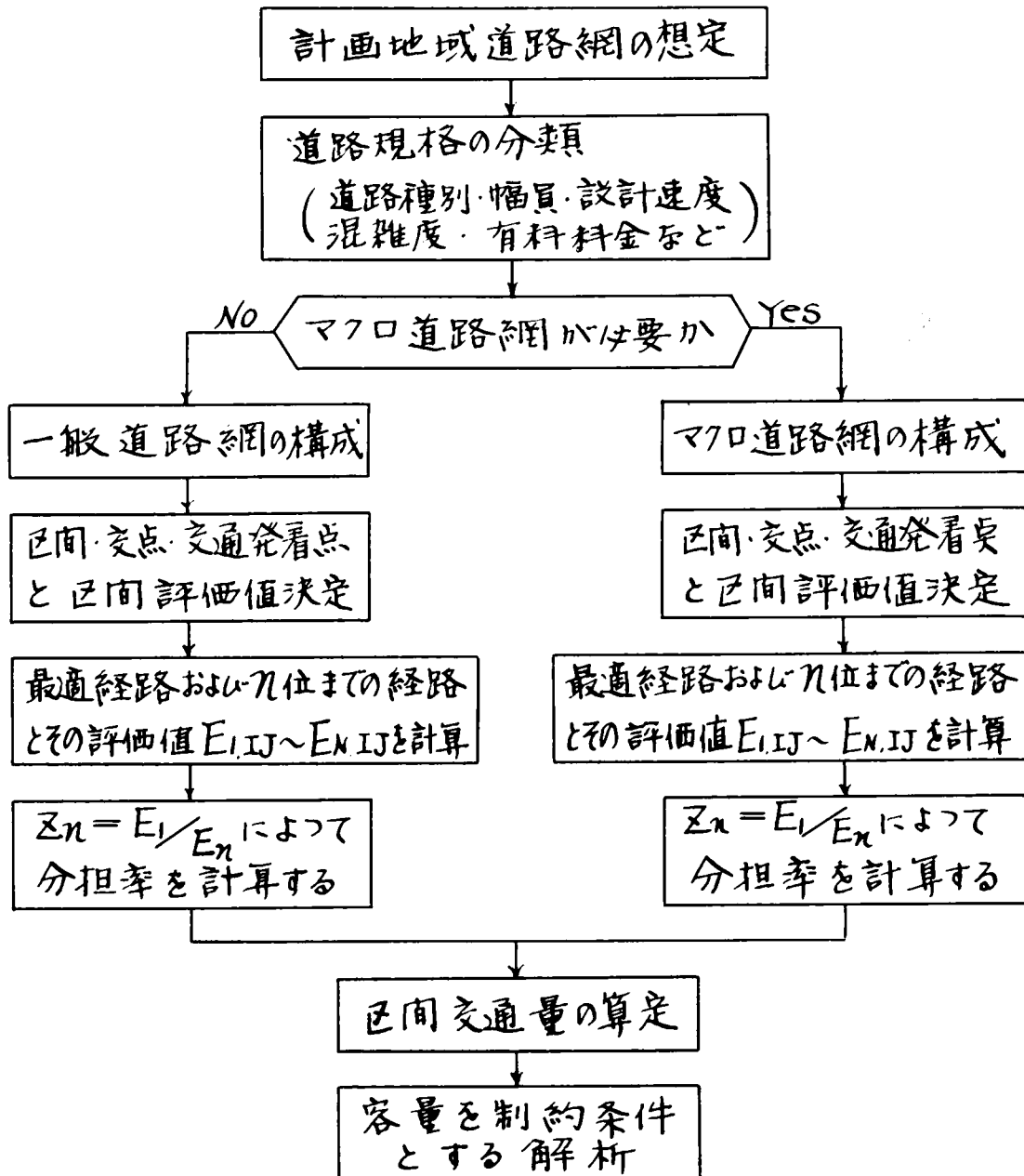


図-7.3 第1, 第2経路の探索方法

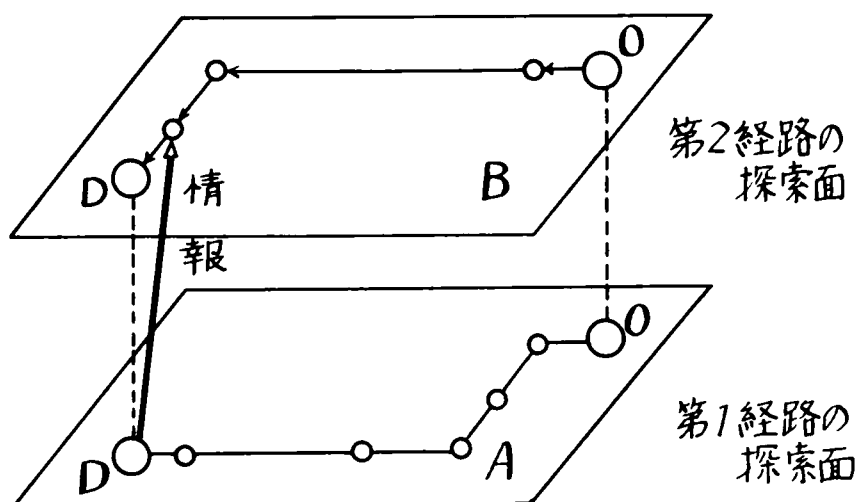


図-7.3 に示す

ように第1, 第2経路の2平面を考えて, それぞれの平面上では交差しないと考えればよい。

したがって、第1と第2の平面を連絡する情報を与えれば第2経路を求めることができる。同様な方法で $n$ 位までの経路探索が可能である。

この論理構成は、第5章、§5.で探索平面を分けることと分岐路の概念で解決してある。この探索論理を計算機で行なわせるフローチャートが図-7.4である。図-7.4の解析に必要な計算機のメモリー割りつけおよび入力側データの表示方法は、図-7.5のようにすればよい。図-7.4のフローチャートは第6章、§5.の図-6.13に相当するものであり、図-7.5は第6章、§3.の図-6.6と同じ考えかたから構成される。なお、区間交通量の算定は図-6.15と全く同じ方法で行なえる。

大幅に異なった経路を表現するには、解析対象にしてい

図-7.4(1) 第1, 第2 経路探索のフローチャート

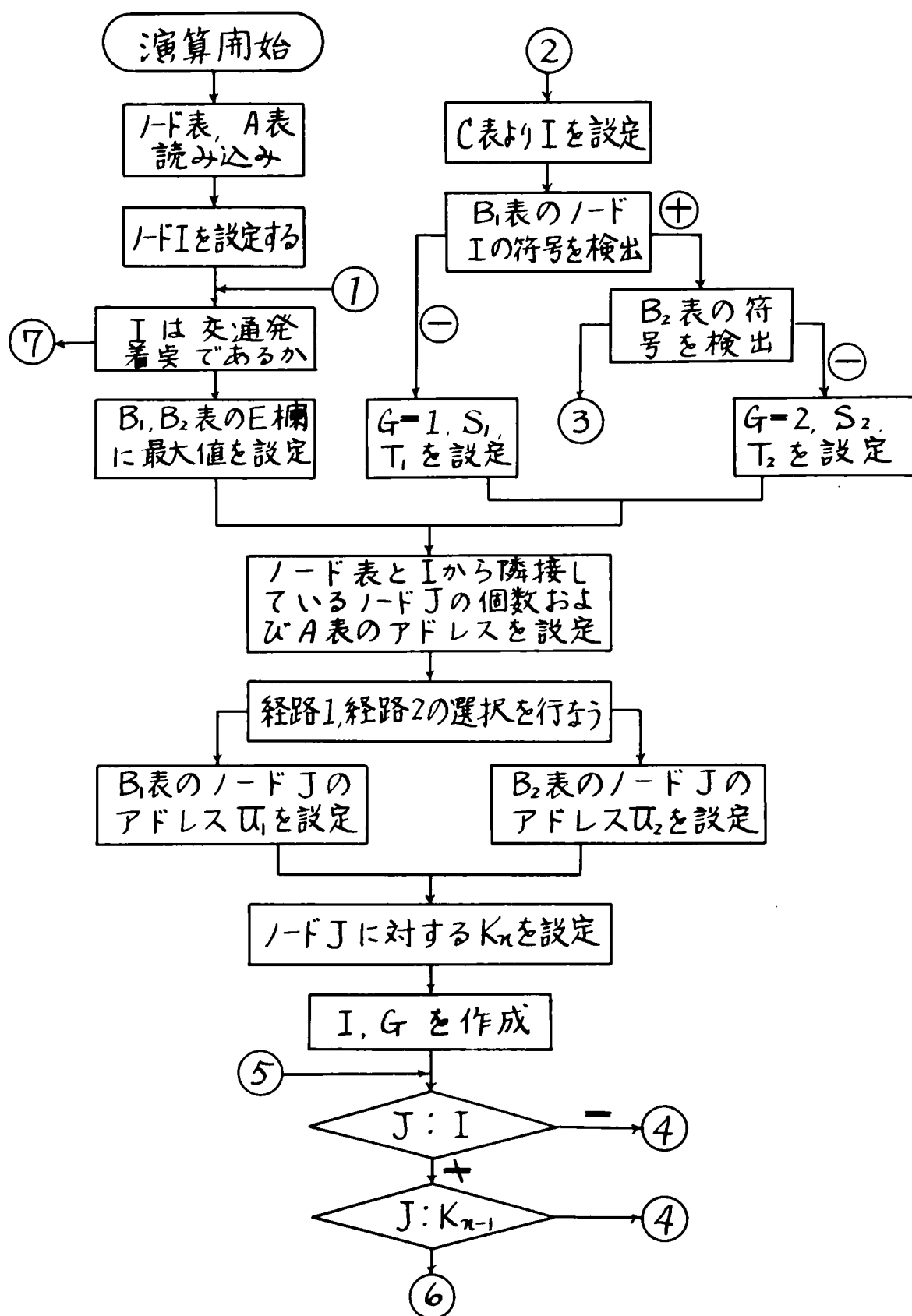


図-7.4(2) 第1・第2経路探索のフローチャート

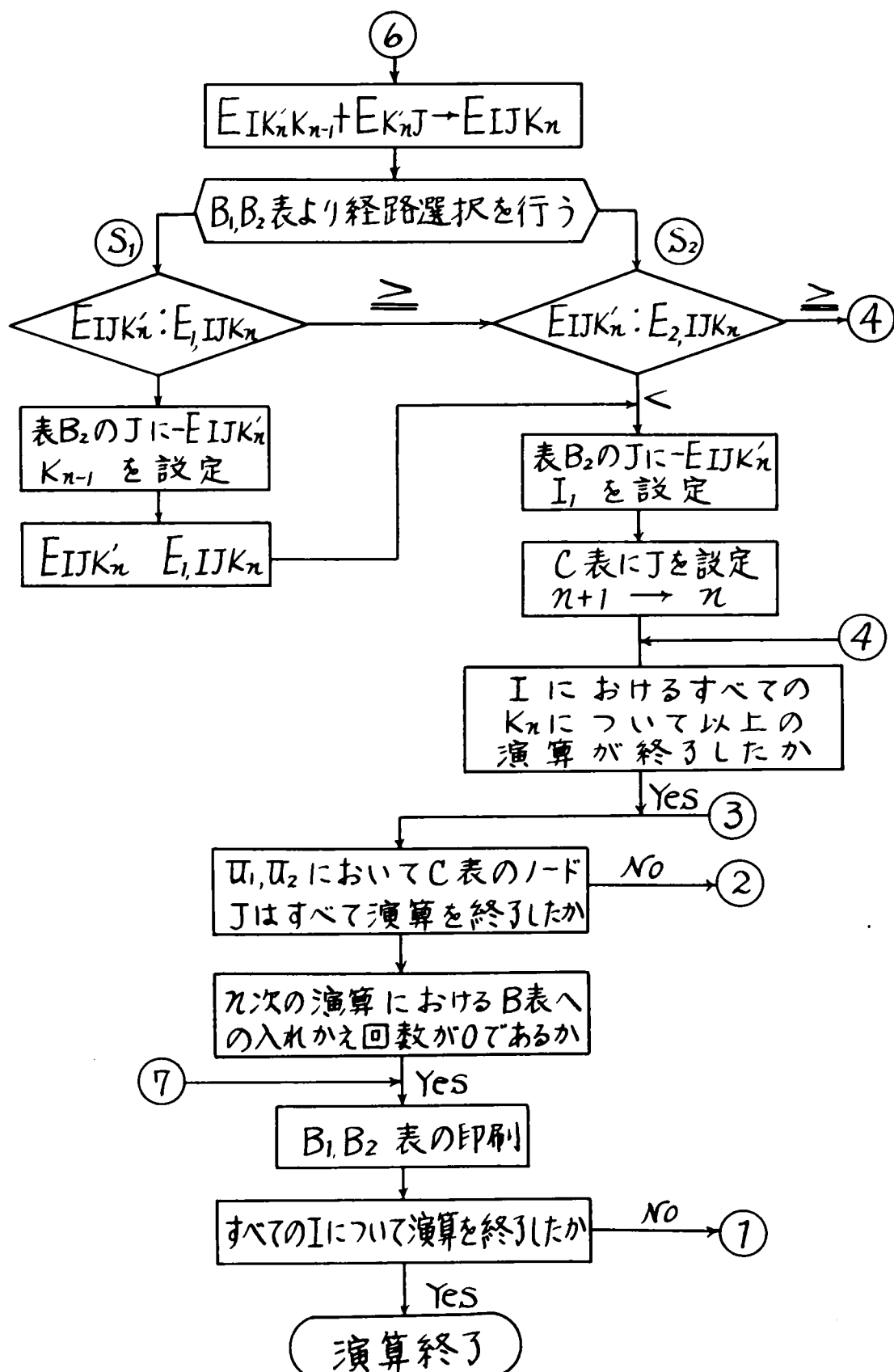


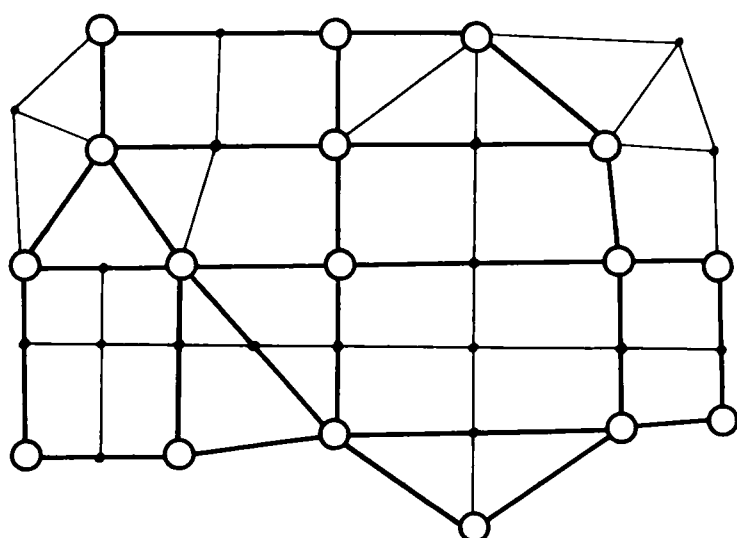
図-7.5 計算機のメモリー割り付け

ノード表	S	リンク アドレス	Q	G	M
A (リンク)表	S	I	J	R	$E_{IJ}$
$B_1$ (第1経路)表	S	M	J	$K_n$	$E_{IJK_n}$
$B_2$ (第2経路)表	S	M	J	$K_n$	$E_{IJK_n}$
C (計算)表	S	I	J	$K_n$	$E_{IJK_n}$

Q ; ノード種類  
G ; 交通発着点の区別  
M ; 区間の種類  
S ; サイン  
I ; 起点ノード

J ; 終点ノード  
 $K_n$  ; 経過点ノード  
 $E_{IJ}$  ; リンク評価値  
 $E_{IJK_n}$  ; 経路評価値

図-7.6 マクロ道路網の構成



—— マクロ道路網  
—— 一般道路網

る道路網を幹線で結んだマクロ道路網と基本道路網とに分けて兼ね合わせ、長距離交通や通過交通はマクロ道路網(図-7.6)上で、最適経路および第2位以下の経路探索を行なわせ、OD相互間があまり隔たっていない交通は普通の道路網で解析を行なえばよい。長距離交通は多少評価値の差があっても最適経路・

第2位経路とも幹線の道路網で交通を流さないとは局部的な交通混雑が生ずるので、現実の交通処理でもこのように指導が行なわれている。マクロ道路網の構成は、計画者の技術的な意見を取り入れることができるので、数県を1つの地方とした場合の道路網と県単位の道路網・市の街路網とでは、当然のことながら幹線の構成が異なってもよいわけである。ただ計算の経費の奥から網構成が制限されることに注意しなければならない。

(iii)は、高速道路の解析によく用いられる方法で、<sup>1), 2), 7)</sup>一般道路網と高速道路網を全く別の道路網として構成し（もちろんランプ・インターチェンジで両道路網が連絡されているので、この状態はそのまま計算機の中に組み込む）両方の道路網から、最適経路を1本ずつ選り出してその両者の間で交通分担量を算定するものである。この方法は、一般道路の第2位・第3位のほうが高速道路の第1位の経路よりすぐれていることもあり、その逆の場合もあるので両道路網の最適経路が必ずしも本当の競合関係を示しているといい切れない弱点がある。しかし反面において、解析の論理が明確なことで解析手段が第6章で述べた方法を2通り行なうことで解決できる利点もある。解析の順序は、図-7.2の右側のマクロ道路網

の構成を高速道路網の構成として最適経路のみを両道路網で行なった後に分担率を決定すればよい。なお、マクロ道路網の経路探索の方法は第9章で述べる。

### §3. 交通分担率の算定

車が道路上を走行する場合、1組の起終点に対して多くの経路のとりかたがあり、その経路中の幾本かに交通量が分散して流れる。これは運転目的による評価要素の違いと、評価要素に対する判断尺度のウェイトの相違が走行経路の選びかたに大きな影響を与えており、一方では経路に関する情報の量と精度が各運転者によって異なることにも起因している。この交通流の分散現象を追求することは、交通流配分の解析に欠くことのできない課題である。この分散現象の追求を、この解析中で行なうとき、競合路線に対する分散解析と呼び、1組のOD交通量の中である経路に交通が分散して配分される割合をその経路の交通分担率と呼ぶことにする。

交通分担率の算定方法は、これまでも *California* の双曲線群<sup>1)</sup>、*AASHO* の転換率曲線による方法<sup>3)</sup>、*Abraham* による確率論的な考え方<sup>4)</sup>などが紹介されてきた。わが国でも、



日本道路公団による転換率曲線<sup>5), 6)</sup>がよく用いられている。  
最も広く知られているのは AASHO の曲線であるが、これは  
元来が旧道路から新設の道路にどれほどの転換交通量がある  
かの算定方法であって、競合路線間の分担率とは根本的に異  
なるものである。ここでは、競合路線としての分担率の算出  
方法を検討する。

# [1] 一般的な考えかた

## (i) 2 経路間における分担率の計算<sup>10), 11)</sup>

問題を簡単にするため、I, J 間の任意の経路  $Q_k$  の中で  
最適経路とその競合路線1本を選び2経路間の分散解析につ  
いて考える。第1経路(最適経路)の評価値を  $E_1(I, J)$  ,  
第2経路(競合路線)の評価値を  $E_2(I, J)$  とすれば、式(5.30)・式(5.32)のように定義される。

$$E_1(I, J) = \min_{Q_k \in Q} E(Q_k) \quad \text{----- (5.30)}$$

$$E_2(I, J) = \min_{Q_k \in U, n_Q} E(Q_k) \quad \text{----- (5.32)}$$

しかし、I, J 間の経路評価値が式(5.30)・式(5.32)で  
与えられても各運転者がすべて  $E_1, E_2$  と評価するとは限ら  
ない。この評価値は、実現期待値を示すもので一般には平均  
値  $m_1, m_2$  のまわりに分布すると考えてよい。この分布関  
数を  $f_1(E_1) \cdot f_2(E_2)$  とする。このとき運転者が第1, 第2

経路を  $E_1, E_2$  と評価したとする。  $E_1 \leq E_2$  ならばこの運転者は第1経路をとり、  $E_1 > E_2$  ならば第2経路を選ぶものとする。運転者が第1経路を  $E_1$  と評価し、第2経路を  $E_1 \leq E_2$  と評価する確率を  $S$  とすると、  $f_1(E_1) \cdot f_2(E_2)$  の分布関数さえ調査して決定すれば第1経路が交通を分担する割合  $D_1$  が求められる。  $S$  は、図-7.7 から式(7.1)として表わせる。

図-7.7 経路評価の分布

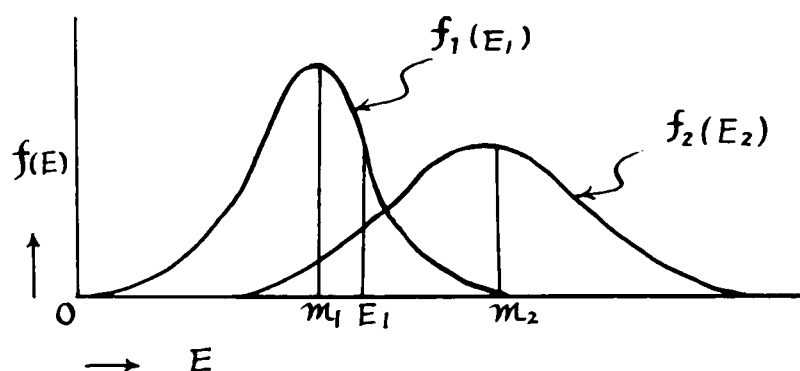
したがって、

第1経路を選

ぶ確率  $D_1$  は

式(7.2)と

示され、第2



経路を選ぶ確率  $D_2$  は、式(7.3)と示される。  $D_2$  はまた式(7.4)のようにも表現できる。

$$S = f_1(E_1) \int_{E_1}^{\infty} f_2(E_2) dE_2 dE_1 \quad \text{---- (7.1)}$$

$$D_1 = \int_{-\infty}^{\infty} f_1(E_1) \int_{E_1}^{\infty} f_2(E_2) dE_2 dE_1 \quad \text{---- (7.2)}$$

$$D_2 = \int_{-\infty}^{\infty} f_2(E_2) \int_{E_2}^{\infty} f_1(E_1) dE_1 dE_2 \quad \text{---- (7.3)}$$

$$D_2 = \int_{-\infty}^{\infty} f_1(E_1) \int_{-\infty}^{E_1} f_2(E_2) dE_2 dE_1 \quad \text{---- (7.4)}$$

同様に  $n$  本の経路から第1経路を選ぶ確率  $D_1$  は、式(7.5)で求められる。また  $k$  番目の経路を選ぶ確率  $D_k$  は、

式(7.6)のようになる。

$$D_1 = \int_{-\infty}^{\infty} f_1(E_1) \int_{E_1}^{\infty} f_2(E_2) \cdots \int_{E_1}^{\infty} f_n(E_n) dE_n \cdots dE_2 dE_1, \quad \cdots (7.5)$$

$$D_k = \int_{-\infty}^{\infty} f_k(E_k) \int_{E_k}^{\infty} f_1(E_1) \cdots \int_{E_k}^{\infty} f_{k-1}(E_{k-1}) \int_{E_k}^{\infty} f_{k+1}(E_{k+1}) \\ \cdots \int_{E_k}^{\infty} f_n(E_n) dE_n \cdots dE_{k+1} dE_{k-1} \cdots dE_2 dE_1, \quad \cdots (7.6)$$

いま、経路評価値の分布関数を三角分布として2経路間における第1経路の交通分担率  $D_1$  を求めるとつぎのようである。

(a) 三角分布の始点、ともに原点にある場合 (図-7.8)

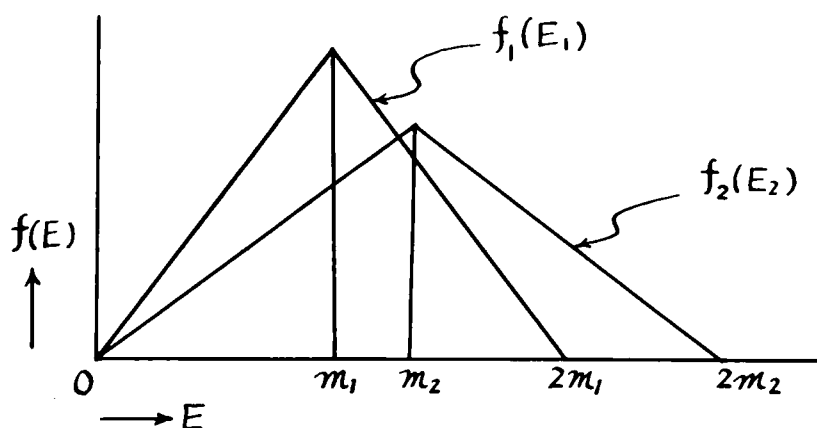


図-7.8 三角分布の始点、ともに原点にある場合

$f_1(E_1) \cdot f_2(E_2)$  は、式(7.7)・式(7.8)のように与えられる。

$$\left. \begin{aligned} f_1(E_1) &= \frac{1}{m_1} \left(1 - \frac{1}{m_1} |E_1 - m_1|\right); & 0 \leq E_1 \leq 2m_1 \\ f_1(E_1) &= 0; & 0 > E_1, E_1 > 2m_1 \end{aligned} \right\} \quad \cdots (7.7)$$

$$\left. \begin{aligned} f_2(E_2) &= \frac{1}{m_2} \left(1 - \frac{1}{m_2} |E_2 - m_2|\right); & 0 \leq E_2 \leq 2m_2 \\ f_2(E_2) &= 0; & 0 > E_2, E_2 > 2m_2 \end{aligned} \right\} \quad \cdots (7.8)$$

したがって式(7.2)は式(7.9)のように求められる。

$$\begin{aligned}
D_1 = & \int_0^{m_1} \frac{E_1}{m_1^2} \left\{ \int_{E_1}^{m_2} \frac{E_2}{m_2^2} dE_2 + \int_{m_2}^{2m_2} \left( \frac{2}{m_2} - \frac{E_2}{m_2^2} \right) dE_2 \right\} dE_1 \\
& + \int_{m_1}^{2m_1} \left( \frac{2}{m_1} - \frac{E_1}{m_1^2} \right) \left\{ \int_{E_1}^{m_2} \frac{E_2}{m_2^2} dE_2 + \int_{m_2}^{2m_2} \left( \frac{2}{m_2} - \frac{E_2}{m_2^2} \right) dE_2 \right\} dE_1 \\
& + \int_{2m_1}^{3m_1} \left( \frac{2}{m_1} - \frac{E_1}{m_1^2} \right) \int_{E_1}^{2m_2} \left( \frac{2}{m_2} - \frac{E_2}{m_2^2} \right) dE_2 dE_1, \quad \dots\dots (7.9)
\end{aligned}$$

このとき  $\frac{1}{2} \geq \frac{m_1}{m_2} > 0$  ならば、式(7.9)は式(7.10)のようになり  $D_2$  も同様に式(7.11)と求められる。

$$D_1 = 1 - \frac{7}{12} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 \quad \dots\dots (7.10)$$

$$D_2 = \frac{7}{12} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 \quad \dots\dots (7.11)$$

さらに  $\frac{m_1}{m_2} > \frac{1}{2}$  のときも、式(7.12)・式(7.13)をうる。

$$D_1 = 3 - \frac{8}{3} \left( \frac{m_1}{m_2} \right) + \frac{3}{4} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 - \frac{2}{3} \left( \frac{m_2}{m_1} \right) + \frac{1}{12} \left( \frac{m_2}{m_1} \right)^2 \quad \dots\dots (7.12)$$

$$D_2 = -2 + \frac{8}{3} \left( \frac{m_1}{m_2} \right) - \frac{3}{4} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 + \frac{2}{3} \left( \frac{m_2}{m_1} \right) - \frac{1}{12} \left( \frac{m_2}{m_1} \right)^2 \quad \dots\dots (7.13)$$

(b) 任意の三角分布が任意の位置にある場合 (図-7.9)

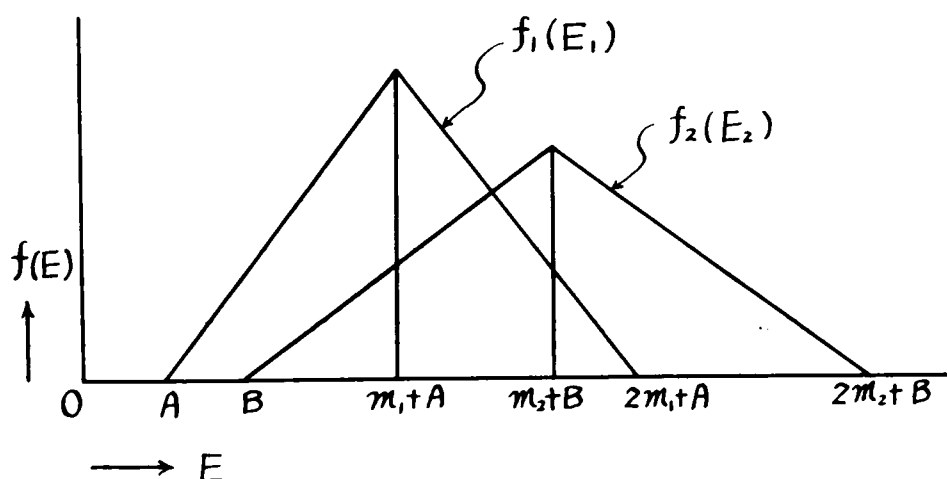


図-7.9 一般的な三角分布の場合

$f_1(E_1) \cdot f_2(E_2)$  は、式(7.14)・式(7.15)のように与えられる

$$\left. \begin{aligned} f_1(E_1) &= \frac{1}{m_1} \left(1 - \frac{1}{m_1} |E_1 - m_1 - A|\right); A \leq E_1 \leq 2m_1 + A \\ f_1(E_1) &= 0; A > E_1, E_1 > 2m_1 + A \end{aligned} \right\} \dots (7.14)$$

$$\left. \begin{aligned} f_2(E_2) &= \frac{1}{m_2} \left(1 - \frac{1}{m_2} |E_2 - m_2 - B|\right); B \leq E_2 \leq 2m_2 + B \\ f_2(E_2) &= 0; B > E_2, E_2 > 2m_2 + B \end{aligned} \right\} \dots (7.15)$$

このとき、式(7.2)は式(7.16)のように求められる。

$$\begin{aligned} D_1 = & \int_A^{m_1+A} \left( \frac{E_1-A}{m_1^2} \right) \left[ \int_{E_1}^{m_2+B} \left( \frac{E_2-B}{m_2^2} \right) dE_2 + \int_{m_2+B}^{2m_2+B} \left( \frac{2}{m_2} + \frac{B-E_2}{m_2^2} \right) dE_2 \right] dE_1 \\ & + \int_{m_1+A}^{2m_1+A} \left( \frac{2}{m_1} + \frac{A-E_1}{m_1^2} \right) \left[ \int_{E_1}^{m_2+B} \left( \frac{E_2-B}{m_2^2} \right) dE_2 + \int_{m_2+B}^{2m_2+B} \left( \frac{2}{m_2} + \frac{B-E_2}{m_2^2} \right) dE_2 \right] dE_1 \end{aligned}$$

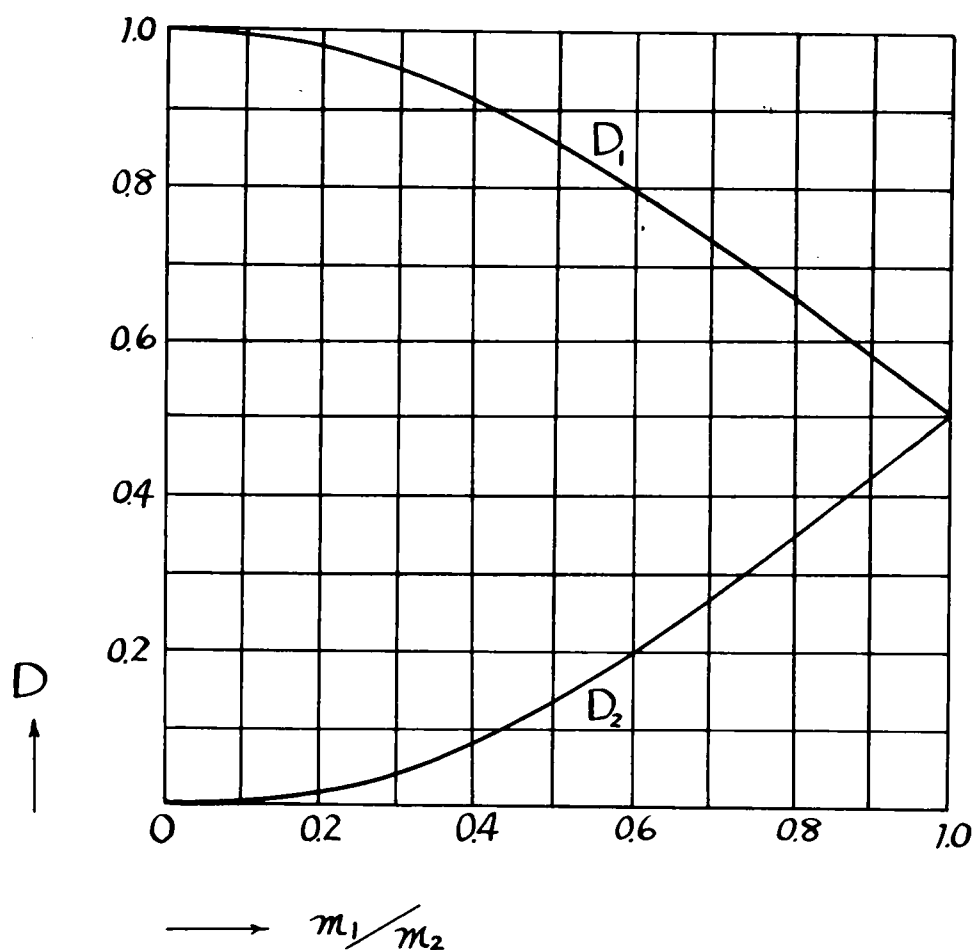
..... (7.16)

運転者が経路を評価する確率分布は、正規分布と考えると大差ないので正規分布を三角分布で近似させれば、任意の2経路間の交通分担の割合いが求められる。(a)の三角分布の始点とともに原点にある場合を計算すると、分担率として表7.1・図7.10をうる。

表7.1 2路線の分担率

$m_1 / m_2$	$D_1$	$D_2$
0	1.000	0
0.1	0.994	0.006
0.2	0.977	0.023
0.3	0.947	0.053
0.4	0.907	0.093
0.5	0.854	0.146
0.6	0.790	0.210
0.7	0.719	0.281
0.8	0.644	0.356
0.9	0.570	0.430
1.0	0.500	0.500

図一 7・10 三角分布による分担率



## (ii) 3経路間における分担率の計算

3路線の道路評価値の平均値を、それぞれ  $m_1, m_2, m_3$  とし、 $m_1 \leq m_2 \leq m_3$  をみたすものとすればつぎの3つの型に分けられる。つまり、

$$(a) \quad 0 < m_1/m_3, \quad m_1/m_2 \leq \frac{1}{2}, \quad 0 < m_2/m_3 \leq 1$$

$$(b) \quad 0 < m_1/m_3 \leq 1/2, \quad 1/2 \leq m_1/m_2 \leq 1, \quad 0 < m_2/m_3 \leq 1$$

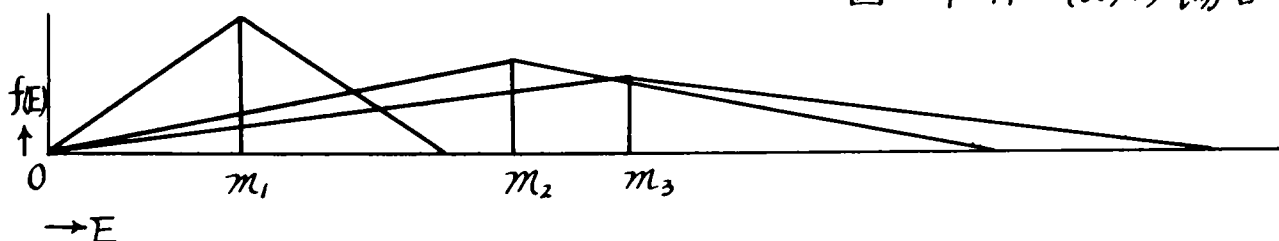
$$(c) \quad \frac{1}{2} < m_1/m_3, \quad m_1/m_2, \quad m_2/m_3 \leq 1$$

である。3つの型についての第1, 第2, 第3路線の分配率を求める。

(a)  $0 < m_1/m_2, m_1/m_3 \leq 1/2, 0 < m_2/m_3 \leq 1$  の場合。

このとき、積分範囲を  $0 \leq E \leq m_1, m_1 \leq E \leq 2m_1$  の2つに分けて考えると式(7.17)・式(7.18)のように求められる。(図-7.11 参照)

図-7.11 (a)の場合



$$\begin{aligned}
 D_{I,11} &= \int_0^{m_1} \frac{E_1}{m_1^2} \left( \int_{E_1}^{m_1} \frac{E_2}{m_2^2} dE_2 + \int_{m_1}^{2m_1} \left( -\frac{E_2}{m_2^2} + \frac{2}{m_2} \right) dE_2 \right) \\
 &\quad \times \left( \int_{E_1}^{m_3} \frac{E_3}{m_3^2} dE_3 + \int_{m_3}^{2m_3} \left( -\frac{E_3}{m_3^2} + \frac{2}{m_3} \right) dE_3 \right) dE_1 \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{8} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 - \frac{1}{8} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 + \frac{1}{24} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 \quad \dots\dots (7.17)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_{I,12} &= \int_{m_1}^{2m_1} \left( -\frac{E_1}{m_1^2} + \frac{2}{m_1} \right) \left( \int_{E_1}^{m_2} \frac{E_2}{m_2^2} dE_2 + \int_{m_2}^{2m_2} \left( -\frac{E_2}{m_2^2} + \frac{2}{m_2} \right) dE_2 \right) \\
 &\quad \times \left( \int_{E_1}^{m_3} \frac{E_3}{m_3^2} dE_3 + \int_{m_3}^{2m_3} \left( -\frac{E_3}{m_3^2} + \frac{2}{m_3} \right) dE_3 \right) dE_1 \\
 &= \frac{1}{2} - \frac{11}{24} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 - \frac{11}{24} \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 + \frac{57}{120} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 \quad \dots\dots (7.18)
 \end{aligned}$$

したがって第1路線への配分率  $D_{I,1}$  は式(7.17)と(7.18)の和となり、式(7.19)のようになる。

$$D_{I,1} = 1 - \frac{7}{12} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 - \frac{7}{12} \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 + \frac{31}{60} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 \quad \dots\dots (7.19)$$

同様に、第2路線の分担率は式(7.20)・(7.21)から式(7.22)のように求められる。

$$\begin{aligned}
 D_{II,11} &= \int_0^{m_1} \frac{E_2}{m_2^2} \left( \int_{E_2}^{m_1} \frac{E_1}{m_1^2} dE_1 + \int_{m_1}^{2m_1} \left( -\frac{E_1}{m_1^2} + \frac{2}{m_1} \right) dE_1 \right) \\
 &\quad \times \left( \int_{E_2}^{m_3} \frac{E_3}{m_3^2} dE_3 + \int_{m_3}^{2m_3} \left( -\frac{E_3}{m_3^2} + \frac{2}{m_3} \right) dE_3 \right) dE_2 \\
 &= \frac{3}{8} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 - \frac{1}{12} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 \quad \dots\dots (7.20)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_{II,12} &= \int_{m_1}^{2m_1} \frac{E_2}{m_2^2} \int_{E_2}^{2m_1} \left( -\frac{E_1}{m_1^2} + \frac{2}{m_1} \right) dE_1 \left( \int_{E_2}^{m_3} \frac{E_3}{m_3^2} dE_3 \right. \\
 &\quad \left. + \int_{m_3}^{2m_3} \left( -\frac{E_3}{m_3^2} + \frac{2}{m_3} \right) dE_3 \right) dE_2 \\
 &= \frac{5}{24} \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 - \frac{21}{120} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 \quad \dots\dots (7.21)
 \end{aligned}$$

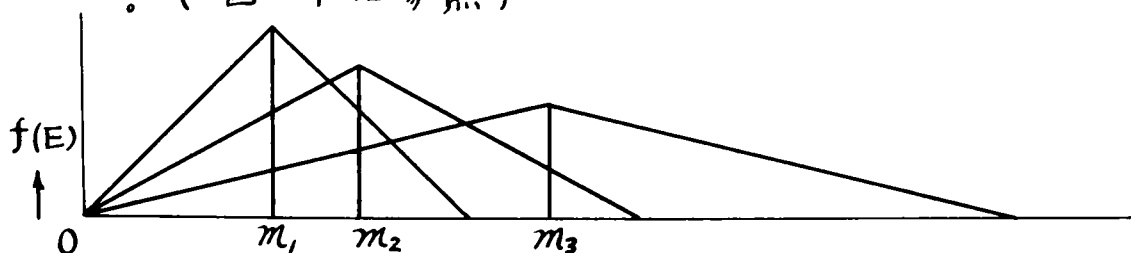
$$\therefore D_{II,1} = \frac{7}{12} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 - \frac{31}{120} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 \quad \dots\dots (7.22)$$

同様に、第3路線への分担率  $D_{II,1}$  は式(7.23)のとおりである。

$$D_{II,1} = \frac{7}{12} \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 - \frac{31}{120} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 \quad \dots\dots (7.23)$$

(b)  $0 < m_1/m_3 \leq 1/2$ ,  $1/2 < m_1/m_2 \leq 1$ ,  $0 < m_2/m_3 \leq 1$  の場合

。(図-7.12 参照)



→ E

図-7.12 (b)の場合



第1路線の分担率  $D_{1,2}$  は(a)の場合と全く同様にして、

式(7.24)を積分して式(7.25)と求められる。

$$\begin{aligned}
 D_{1,2} = & \int_0^{m_1} \frac{E_1}{m_1^2} \left( \int_{E_1}^{m_2} \frac{E_2}{m_2^2} dE_2 + \int_{m_2}^{2m_2} \left( -\frac{E_2}{m_2^2} + \frac{2}{m_2} \right) dE_2 \right) \\
 & \left( \int_{E_1}^{m_3} \frac{E_3}{m_3^2} dE_3 + \int_{m_3}^{2m_3} \left( -\frac{E_3}{m_3^2} + \frac{2}{m_3} \right) dE_3 \right) dE_1 \\
 & + \int_{m_1}^{m_2} \left( -\frac{E_1}{m_1^2} + \frac{2}{m_1} \right) \left( \int_{E_1}^{m_2} \frac{E_2}{m_2^2} dE_2 + \int_{m_2}^{2m_2} \left( -\frac{E_2}{m_2^2} + \frac{2}{m_2} \right) dE_2 \right) \\
 & \times \left( \int_{E_1}^{m_3} \frac{E_3}{m_3^2} dE_3 + \int_{m_3}^{2m_3} \left( -\frac{E_3}{m_3^2} + \frac{2}{m_3} \right) dE_3 \right) dE_1 \\
 & + \int_{m_2}^{2m_2} \left( -\frac{E_1}{m_1^2} + \frac{2}{m_1} \right) \left( \int_{E_1}^{2m_2} \left( -\frac{E_2}{m_2^2} + \frac{2}{m_2} \right) dE_2 \right) \left( \int_{E_1}^{m_3} \frac{E_3}{m_3^2} dE_3 + \int_{m_3}^{2m_3} \left( -\frac{E_3}{m_3^2} + \frac{2}{m_3} \right) dE_3 \right) dE_1 \\
 & \dots\dots (7.24)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \therefore D_{1,2} = & 3 - \frac{8}{3} \left( \frac{m_1}{m_2} \right) - \frac{2}{3} \left( \frac{m_2}{m_1} \right) + \frac{3}{4} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 - \frac{5}{4} \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 \\
 & + \frac{1}{12} \left( \frac{m_2}{m_1} \right)^2 + \frac{8}{5} \left( \frac{m_1}{m_2} \right) \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 + \frac{1}{30} \left( \frac{m_2}{m_1} \right) \left( \frac{m_2}{m_3} \right)^2 \\
 & - \frac{1}{20} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 - \frac{1}{120} \left( \frac{m_2}{m_1} \right)^2 \left( \frac{m_2}{m_3} \right)^2 \\
 & \dots\dots (7.25)
 \end{aligned}$$

同様にして第2路線、第3路線の分担率はそれぞれ式(7.26)・(7.27)のようである。

$$\begin{aligned}
 D_{2,2} = & -2 + \frac{8}{3} \left( \frac{m_1}{m_2} \right) + \frac{2}{3} \left( \frac{m_2}{m_1} \right) - \frac{3}{4} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 - \frac{1}{12} \left( \frac{m_2}{m_1} \right)^2 \\
 & + \frac{1}{6} \left( \frac{m_2}{m_3} \right)^2 - \frac{8}{15} \left( \frac{m_1}{m_2} \right) \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 - \frac{1}{10} \left( \frac{m_2}{m_1} \right) \left( \frac{m_2}{m_3} \right)^2 \\
 & + \frac{11}{40} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 + \frac{1}{60} \left( \frac{m_2}{m_1} \right)^2 \left( \frac{m_2}{m_3} \right)^2 \\
 & \dots\dots (7.26)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_{2,3} = & \frac{5}{4} \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 - \frac{1}{6} \left( \frac{m_2}{m_3} \right)^2 - \frac{16}{15} \left( \frac{m_1}{m_2} \right) \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 + \frac{1}{15} \left( \frac{m_2}{m_1} \right) \left( \frac{m_2}{m_3} \right)^2 \\
 & + \frac{11}{40} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 - \frac{1}{120} \left( \frac{m_2}{m_1} \right)^2 \left( \frac{m_2}{m_3} \right)^2 \\
 & \dots\dots (7.27)
 \end{aligned}$$

(C)  $1/2 < m_1/m_2, m_1/m_3, m_2/m_3 \leq 1$  の場合。(図-7.13参照)

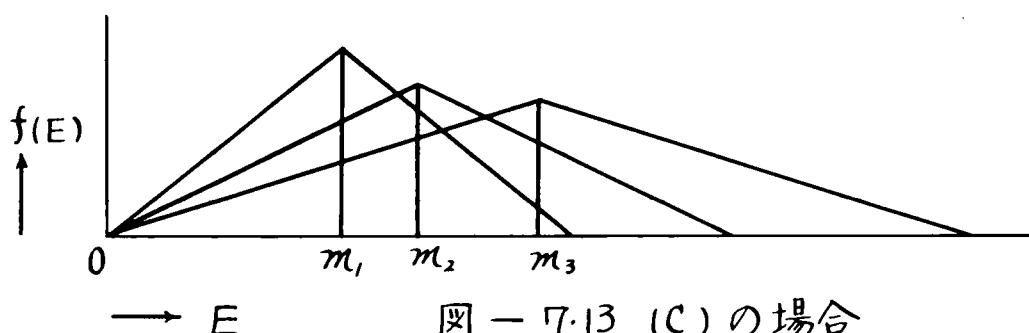


図-7.13 (C) の場合

第1, 第2, 第3路線への分担率は(a)・(b)の場合と同様にしてそれぞれ式(7.28)・(7.29)・(7.30)と求められる。

$$\begin{aligned}
 D_{1,3} = & 7 - \frac{16}{3} \left( \frac{m_1}{m_2} \right) - \frac{16}{3} \left( \frac{m_1}{m_3} \right) - \frac{2}{3} \left( \frac{m_2}{m_1} \right) - \frac{4}{3} \left( \frac{m_3}{m_1} \right) \\
 & + \frac{7}{12} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 + \frac{16}{3} \left( \frac{m_1}{m_2} \right) \left( \frac{m_1}{m_3} \right) + \frac{7}{12} \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 + \frac{1}{12} \left( \frac{m_2}{m_1} \right)^2 \\
 & + \frac{1}{6} \left( \frac{m_3}{m_1} \right)^2 + \frac{1}{3} \left( \frac{m_3}{m_1} \right) \left( \frac{m_3}{m_2} \right) - \frac{8}{5} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 \left( \frac{m_1}{m_3} \right) - \frac{8}{5} \left( \frac{m_1}{m_2} \right) \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 \\
 & + \frac{1}{30} \left( \frac{m_2}{m_1} \right) \left( \frac{m_2}{m_3} \right)^2 - \frac{1}{15} \left( \frac{m_3}{m_1} \right)^2 \left( \frac{m_3}{m_2} \right) - \frac{1}{30} \left( \frac{m_3}{m_1} \right) \left( \frac{m_3}{m_2} \right)^2 \\
 & + \frac{31}{60} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 - \frac{1}{120} \left( \frac{m_2}{m_1} \right)^2 \left( \frac{m_2}{m_3} \right)^2 + \frac{1}{120} \left( \frac{m_3}{m_1} \right)^2 \left( \frac{m_3}{m_2} \right)^2 \quad \dots (7.28)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_{1,3} = & -2 + \frac{16}{3} \left( \frac{m_1}{m_2} \right) + \frac{2}{3} \left( \frac{m_2}{m_1} \right) - \frac{4}{3} \left( \frac{m_3}{m_2} \right) - \frac{7}{12} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 \\
 & - \frac{8}{3} \left( \frac{m_1}{m_2} \right) \left( \frac{m_1}{m_3} \right) - \frac{1}{12} \left( \frac{m_2}{m_1} \right)^2 + \frac{1}{6} \left( \frac{m_2}{m_3} \right)^2 + \frac{1}{3} \left( \frac{m_3}{m_1} \right) \left( \frac{m_3}{m_2} \right) \\
 & + \frac{1}{6} \left( \frac{m_3}{m_2} \right)^2 + \frac{16}{15} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 \left( \frac{m_1}{m_3} \right) + \frac{8}{15} \left( \frac{m_1}{m_2} \right) \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 - \frac{1}{10} \left( \frac{m_2}{m_1} \right) \left( \frac{m_2}{m_3} \right)^2 \\
 & - \frac{1}{30} \left( \frac{m_3}{m_1} \right)^2 \left( \frac{m_3}{m_2} \right) - \frac{1}{15} \left( \frac{m_3}{m_1} \right) \left( \frac{m_3}{m_2} \right)^2 - \frac{31}{120} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 \\
 & + \frac{1}{60} \left( \frac{m_2}{m_1} \right)^2 \left( \frac{m_2}{m_3} \right)^2 + \frac{1}{120} \left( \frac{m_3}{m_1} \right)^2 \left( \frac{m_3}{m_2} \right)^2 \quad \dots (7.29)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
D_{\mathbf{R},3} = & -4 + \frac{16}{3} \left( \frac{m_1}{m_3} \right) + \frac{4}{3} \left( \frac{m_3}{m_1} \right) + \frac{4}{3} \left( \frac{m_3}{m_2} \right) - \frac{8}{3} \left( \frac{m_1}{m_2} \right) \left( \frac{m_1}{m_3} \right) \\
& - \frac{17}{12} \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 - \frac{1}{6} \left( \frac{m_2}{m_3} \right)^2 - \frac{1}{6} \left( \frac{m_3}{m_1} \right)^2 - \frac{2}{3} \left( \frac{m_3}{m_1} \right) \left( \frac{m_3}{m_2} \right) \\
& - \frac{1}{6} \left( \frac{m_3}{m_2} \right)^2 + \frac{8}{15} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 \left( \frac{m_1}{m_3} \right) + \frac{16}{15} \left( \frac{m_1}{m_2} \right) \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 \\
& + \frac{1}{15} \left( \frac{m_2}{m_1} \right) \left( \frac{m_2}{m_3} \right)^2 + \frac{1}{10} \left( \frac{m_3}{m_1} \right)^2 \left( \frac{m_3}{m_2} \right) + \frac{1}{10} \left( \frac{m_3}{m_1} \right) \left( \frac{m_3}{m_2} \right)^2 \\
& - \frac{31}{120} \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^2 \left( \frac{m_1}{m_3} \right)^2 - \frac{1}{120} \left( \frac{m_2}{m_1} \right)^2 \left( \frac{m_2}{m_3} \right)^2 - \frac{1}{60} \left( \frac{m_3}{m_1} \right)^2 \left( \frac{m_3}{m_2} \right)^2 \dots (7.30)
\end{aligned}$$

このようにして3路線間の競合問題における交通分担率が求められるが、この解析はかなり厄介であり実用的には必ずしもすぐれた方法とはいいい切れない欠点がある。

## (2) 分担率を評価値比 $E_1/E_k$ の関数とする場合

問題を簡単にするため(1)と同じように2路線間の競合分担について考える。

### (i) 評価値の分布を正規分布とする場合

Abrahamは、運転者の経路に対する評価は平均値のまわりに正規分布することを示して、<sup>4)</sup> 計算の便宜上矩形分布でおきかえ、一方の経路が他方の経路よりすぐれていると判断する確率として分担率を求めた。<sup>12)</sup>

著者のこの方法(i)は、評価値の分布を矩形分布におきかえずに正規分布のままで解を求めたものである。すなわち、運転者がある経路を評価するとき、その評価値  $E$  は平均値

$m$  のまわりに正規分布する。したがって、その確率密度関数  $f(E)$  は式(7.31)となる。

$$f(E) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma^2} \exp\left\{-(E-m)^2/2\sigma^2\right\} \quad \cdots (7.31)$$

ここで  $m$  とは、デシジョンメイキングにしたがって求めた経路の評価値  $E$  の期待値である。いま問題となっている第1経路および第2経路に関しては、式(7.32)・式(7.33)のようになる。

$$f(E_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_1^2} \exp\left\{-(E_1-m_1)^2/2\sigma_1^2\right\} \quad \cdots (7.32)$$

$$f(E_2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_2^2} \exp\left\{-(E_2-m_2)^2/2\sigma_2^2\right\} \quad \cdots (7.33)$$

経路の選択は  $E_1$  と  $E_2$  の大小関係、すなわち  $E_1 - E_2$  の正負によって定まる。

いま、 $Y_2 = E_1 - E_2$ 、 $\bar{Y}_2 = m_1 - m_2$  とすると

$$f(Y_2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)} \exp\left\{-(Y_2 - \bar{Y}_2)^2/2(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)\right\} \quad \cdots (7.34)$$

となる。運転者が2番目の経路を選ぶのは  $E_2 < E_1$  と判断したときであるから、

$$D_2 = \int_0^{\infty} f(Y_2) dY_2 = \frac{1}{\sqrt{2\pi}(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)} \int_0^{\infty} \exp\left\{-(Y_2 - \bar{Y}_2)^2/2(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)\right\} dY_2 \quad \cdots (7.35)$$

ここで  $u = (Y_2 - \bar{Y}_2)/\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$  とすると

$$D_2 = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\bar{Y}_2/\sqrt{a^2+b^2}}^{\infty} \exp\left\{-\frac{u^2}{2}\right\} du \quad \dots (7.36)$$

さて、分散  $\sigma^2$  を  $a\sigma = m/b$  となるように定めると偏倚係数  $\alpha = \frac{a}{E}$  は

$$\alpha = \frac{1}{ab} \quad \dots (7.37)$$

となる。したがって

$$\sigma_1 = \alpha m_1 = m_1/ab ; \sigma_2 = \alpha m_2 = m_2/ab$$

となる。ここで  $u_2 = -\bar{Y}_2/\sqrt{a^2+b^2}$  とおくと

$$u_2 = \frac{ab(1-\bar{z}_2)}{\sqrt{1+\bar{z}_2^2}} \quad \dots (7.38)$$

$$\bar{z}_2 = E_1/E_2 \quad \dots (7.39)$$

となる。したがって第2経路の分担率  $D_2$  は

$$D_2 = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{u_2}^{\infty} \exp\left\{-u^2/2\right\} du \quad \dots (7.40)$$

$$u_2 = \frac{ab(1-\bar{z}_2)}{\sqrt{1+\bar{z}_2^2}} \quad \dots (7.41)$$

という  $\bar{z}_2$  の関数で与えられ、正規分布表を利用して容易に求めることができる。ここで分散  $\sigma^2$  についてみると、定数  $a \cdot b$  はこの値を規制しているが、 $a$  は評価値の分布を規制する値であり、 $b$  は経路を競合路線とする範囲を示していると考えてよい。 $a=3 \cdot b=2$  とした場合は、同じ平均評価値をもつ2本の経路について一方が他方の倍以上に評価される確率が0.2%以下になる状態を示している。 $a \cdot b$  の種々

の値における分担率曲線を、図一7-14 (1), (2), (3) に示した。  
 なお、分担率を  $ab = 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0$  について計算した結果を表一7-2 に示した。

## (ii) 簡便法

分担率  $D_k$  は、運転者がその経路を選ぶ確率が  $D_k$  であるということを示している。この確率分布を求めるにあたって、評価値  $E$  の変化に対する確率密度、すなわち  $dD_2/dx_2$  を考える。 $x_2$  のとりうる範囲は  $0 \leq x_2 \leq 1$  となり、 $x_2$  がしだいに大きくなれば、換言すると  $E_2$  の値が  $E_1$  に近づくにしたがって第2経路の評価値が小さいと判断される確率、すなわち第2経路を選ぶ確率が大きくなるからまず確率密度関数  $dD_2/dx_2$  を仮定し、これから確率分布関数、すなわち分担率  $D_2$  を求めようとするものである。 $dD_2/dx_2$  の関数型としては、 $x_2$  がある値  $C$  以下のときには  $0$ 、 $C \leq x_2 \leq 1$  の範囲では、便宜上直線式と仮定する。これは評価値  $E_2$  が1位のルートの評価値  $E_1$  のある倍数 ( $1/C$  倍) 以上になるルートには全く交通が流れないものとしたわけである。また  $dD_2/dx_2$  の最大値、すなわち  $x_2 = 1$  における値が  $0.5$  となることから  $1/(1-C)$  となる。したがって  $dD_2/dx_2$  はつぎのようになる。

図-7.14(1) 正規分布による分担率曲線

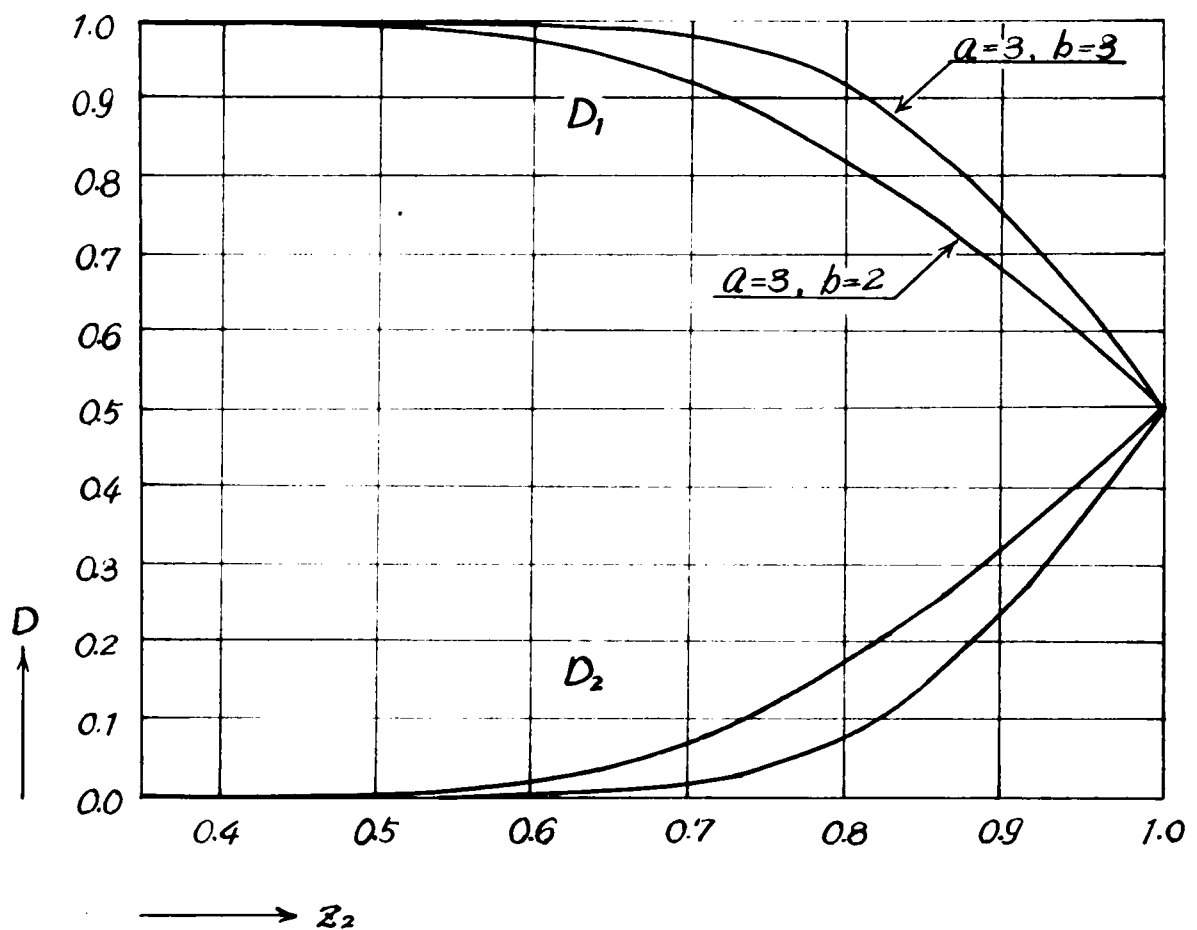
$ab=6.0$ ,  $ab=9.0$  の場合

$$D_2 = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{u_2}^{\infty} \exp \left\{ -\frac{u^2}{2} \right\} du$$

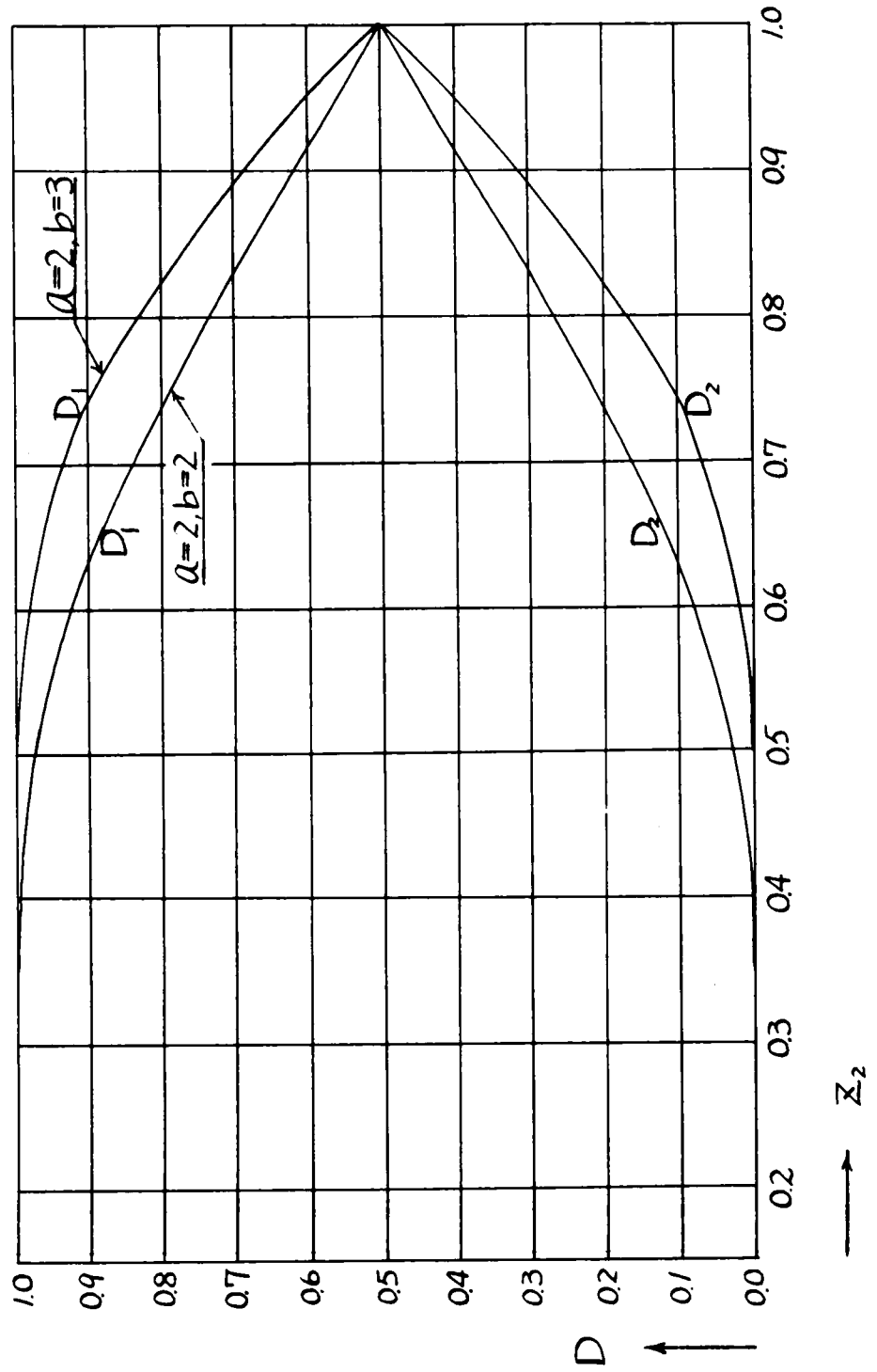
$$u_2 = \frac{ab(1-z_2)}{\sqrt{1+z_2^2}}$$

$$z_2 = E_1/E_2$$

$$D_1 = 1 - D_2$$



図一7.14(2) 正規分布による分担率曲線





図一7-14(3) 正規分布による分担率曲線

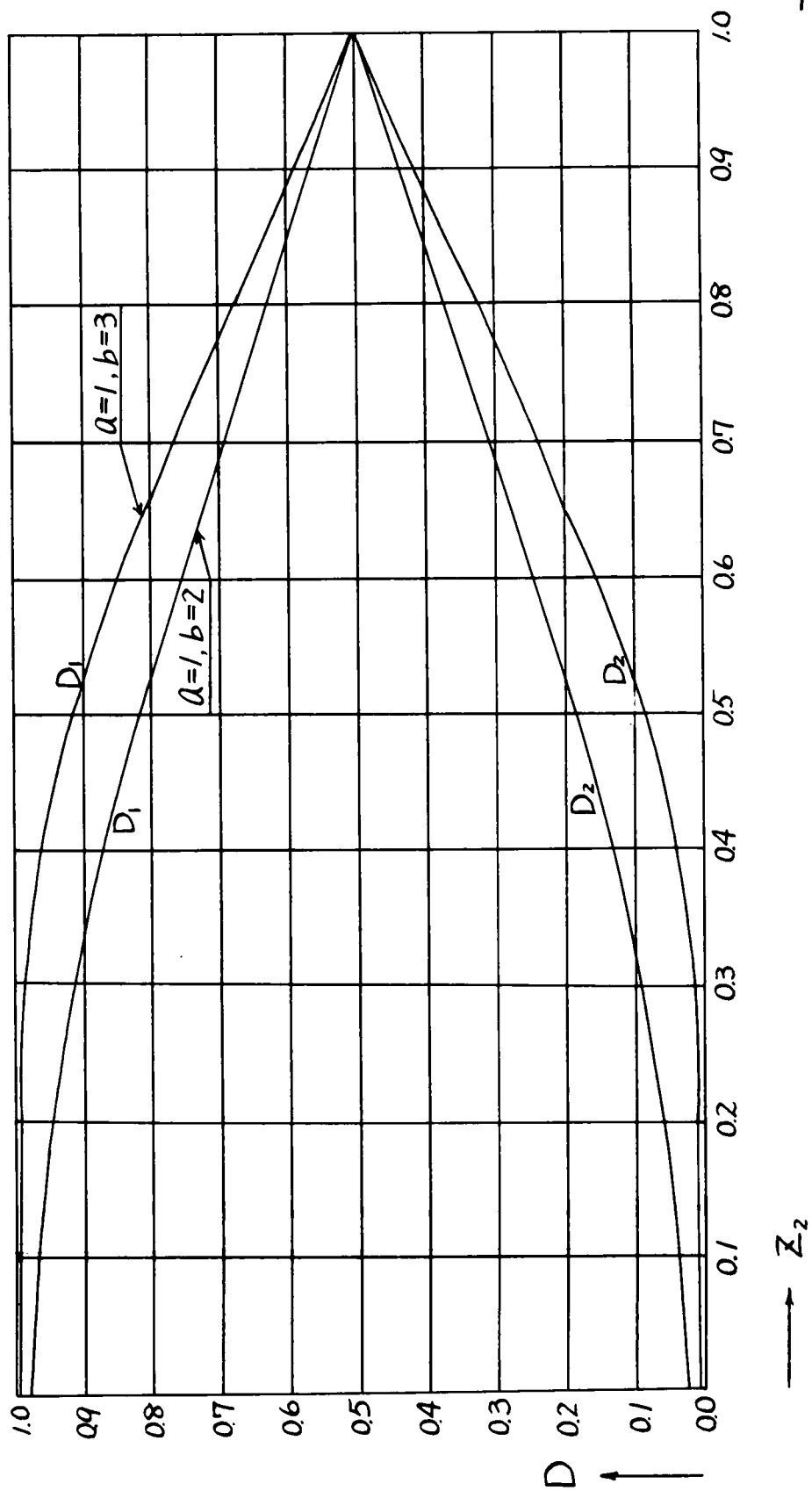


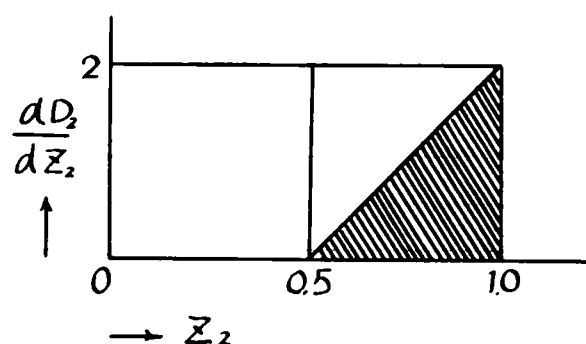
表-7.2 正規分布による分担率計算表

7-35

D E / E	ab = 1.0		ab = 2.0		ab = 3.0	
	U	D	U	D	U	D
0.00	0.7071	0.8414	1.4142	0.9973	2.1213	0.9986
0.10	0.6332	0.8148	1.2665	0.9634	1.8997	0.9964
0.20	0.5547	0.7836	1.1094	0.9417	1.6641	0.9907
0.30	0.4741	0.7487	0.9482	0.9100	1.4223	0.9779
0.40	0.3939	0.7113	0.7878	0.8674	1.1818	0.9527
0.50	0.3162	0.6726	0.6325	0.8145	0.9487	0.9101
0.55	0.2708	0.6533	0.5576	0.7848	0.8364	0.8816
0.60	0.2423	0.6341	0.4851	0.7536	0.7276	0.8483
0.65	0.2075	0.6154	0.4150	0.7214	0.6225	0.8107
0.70	0.1737	0.5970	0.3476	0.6885	0.5214	0.7695
0.75	0.1414	0.5792	0.2828	0.6554	0.4243	0.7257
0.80	0.1104	0.5621	0.2209	0.6226	0.3313	0.6803
0.85	0.0801	0.5455	0.1616	0.5904	0.2424	0.6341
0.90	0.0525	0.5296	0.1051	0.5591	0.1577	0.5882
0.95	0.0256	0.5144	0.0513	0.5289	0.0769	0.5433
1.00	0.0000	0.5000	0.0000	0.0000	0.5000	0.0000

D E / E	ab = 4.0		ab = 5.0		ab = 6.0	
	U	D	U	D	U	D
0.00	2.8284	1.0000	3.5555	1.0000	4.2426	0.9999
0.10	2.5530	0.9998	3.1662	1.0000	3.7994	0.9999
0.20	2.2186	0.9991	2.7735	1.0000	3.3282	0.9999
0.30	1.8364	0.9963	2.3705	0.9999	2.8446	0.9999
0.40	1.4757	0.9917	1.9696	0.9973	2.3635	0.9994
0.50	1.2649	0.9832	1.5811	0.9973	1.8974	0.9992
0.55	1.1152	0.9726	1.3741	0.9757	1.6729	0.9910
0.60	0.9701	0.9150	1.2117	0.9568	1.4552	0.9804
0.65	0.8300	0.8798	1.0379	0.9216	1.2450	0.9611
0.70	0.6951	0.8372	0.8689	0.8904	1.0427	0.9299
0.75	0.5656	0.7882	0.7071	0.8414	0.8485	0.8847
0.80	0.4417	0.7339	0.5522	0.7826	0.6626	0.8254
0.85	0.3233	0.6762	0.4041	0.7162	0.4849	0.7537
0.90	0.2102	0.6169	0.2620	0.6449	0.3154	0.6724
0.95	0.1025	0.5577	0.1282	0.5719	0.1533	0.6060
1.00	0.0000	0.5000	0.0000	0.5000	0.0000	0.5000

$$dD_2/dz_2 = (z_2 - C)/(1-C)^2 \quad \dots (7.42)$$



(C = 0.5の場合)

図-7.15 Eの変化に対する確率密度

この関係を図示すれば、

図-7.15のようになる。

 $D_2$  は式(7.28)を $z_2$ 

について積分すれば求め

られる。すなわち、

$$D_2 = \int_0^{z_2} (dD_2/dz_2) dz_2 = 0.5(z_2 - C)^2/(1-C)^2 \quad \dots (7.43)$$

表-7.3 各種計算法による競合路線分担率

$E_1/E_2$	$D_2$	式(7.40) $ab=6$	式(7.43)	式(7.11) (7.13)
0.50		0.004	0	0
0.55		0.009	0.005	0.006
0.60		0.020	0.020	0.023
0.65		0.039	0.045	0.053
0.70		0.070	0.080	0.093
0.75		0.115	0.125	0.146
0.80		0.175	0.180	0.210
0.85		0.246	0.245	0.281
0.90		0.328	0.320	0.356
0.95		0.414	0.405	0.430
1.00		0.500	0.500	0.500

となる。ここで、

 $C = 0.5$  と仮定し、 $z_2$  の各値について計

算した結果を、式(

7.40) で求めた値と

比較すれば、表-7

.3 のようになる。

表から明らかな

ように、式(7.40)で $ab=6$ とした場合の値と、式(7.43

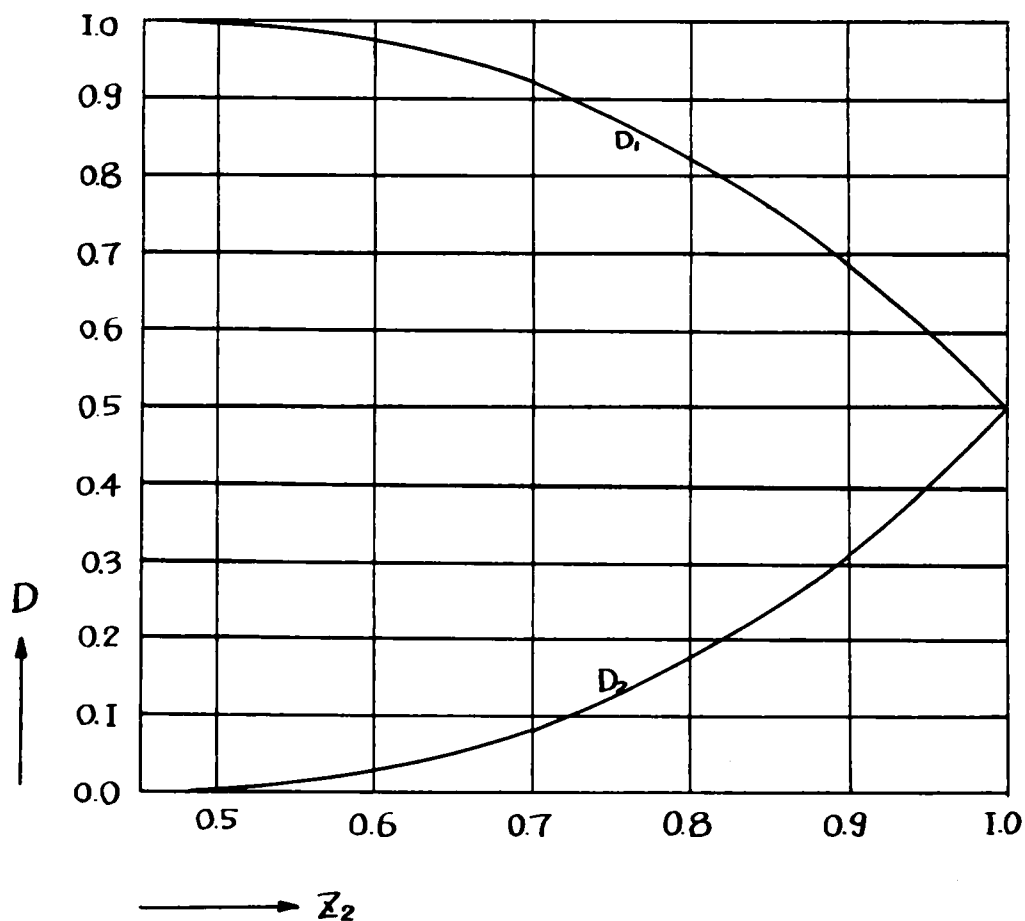
)によって計算した値はほとんど等しくなり、簡便法で十分

の精度が期待できる。また、式(7.11)・式(7.13)に該当す

る部分の計算値を右側欄に示した、式(7.43)を計算図示す

れば、図一7・16のようである。

図一7・16 簡便法による分担率曲線



$$D_2 = 2 \left( Z_2 - 1/2 \right)^2$$

$$D_1 = 1 - D_2$$

$$Z_2 = E_1 / E_2$$

### (iii) 3路線以上に拡張する方法

(i), (ii)で述べた考えかたを拡張することによって、3本以上のルートが存在する場合の分担率を求めることができる

。すなわち、 $n$ 本のルートが存在する場合には、経路探索のときに競合路線が選ばれているので、まず最下位( $n$ 位)のルートに対する分担率を1位のルートの評価値  $E_1$  と、 $n$ 位のルートの評価値  $E_n$  の比、 $E_1/E_n = Z_n$  の関数として求め、順次下位のものからその残量に対して同様に  $E_1$  と当該ルートの評価値  $E_k$  の比  $E_1/E_k = Z_k$  に応じて決定していくわけである。いま、 $k$ 位のルートの分担率を  $D_k$ 、1位のルートと $k$ 位のルートのみがあるとしたとき、 $k$ 位のルートの分担率を  $D'_k$  とすれば  $D'_k$  は、式(7.40)または式(7.43)の  $Z_2$  の代りに、 $Z_k$  の値を代入したものでつぎの式(7.44)・式(7.45)から $k$ 位のルートの分担率  $D_k$  が求められる。

$$D'_k = g(Z_k) \quad \text{----- (7.44)}$$

$$D_k = Z/k (1 - \sum_{r=k+1}^n D_r) D'_k \quad \text{----- (7.45)}$$

最後に、式(7.45)は1位のルートの評価値  $E_1$  を基準として、 $\sum_{r=1}^n D_r = 1$  となるように下位ルートから順次分担率を決定していったため、多少の誤差が生じてくることに注意しなければならない。これは  $E_1 < E_2 = E_3 = \dots = E_n$  となるときの誤差  $\varepsilon = D_2 - D_n$  が最も大きくなり、3本のルートの場合  $Z = 0.854$  にて  $\varepsilon = D_2 - D_3 = 0.042$ 、すなわち4.2%となる。ルート数が多くなれば誤差もしだいに大きくなり、この誤

差推定値を計算して図示すれば、図-7.17 のようになる。式(7.43) を式(7.45) に代入すると簡便法により、第 $k$ 位経路の分担率が式(7.46)のように求められる。

$$D_k = 4/k (Z_k - 1/2)^2 (1 - \sum_{r=k+1}^n D_r) \quad \cdots \cdots (7.46)$$

式(7.46) によつて  $k=n$  から順次  $k=1$  までの分担率  $D_k$  を求めることができる。図-7.18 は、3 路線を競合路線とした場合の分担率を示す曲線群である。図-7.18 の読みかたは、まず  $E_3/E_1$  によつて  $Z_3$  を出し、 $Z_3$  による分担率  $D_3$  を  $D_3$  曲線から読む。つぎに  $D_3$  に相当する値を  $D_1$  軸に移し、 $D_1$ ・ $D_2$  曲線群の中から最も近い曲線を選び出し、 $E_2/E_1$

図-7.17 競合路線数と誤差の関係

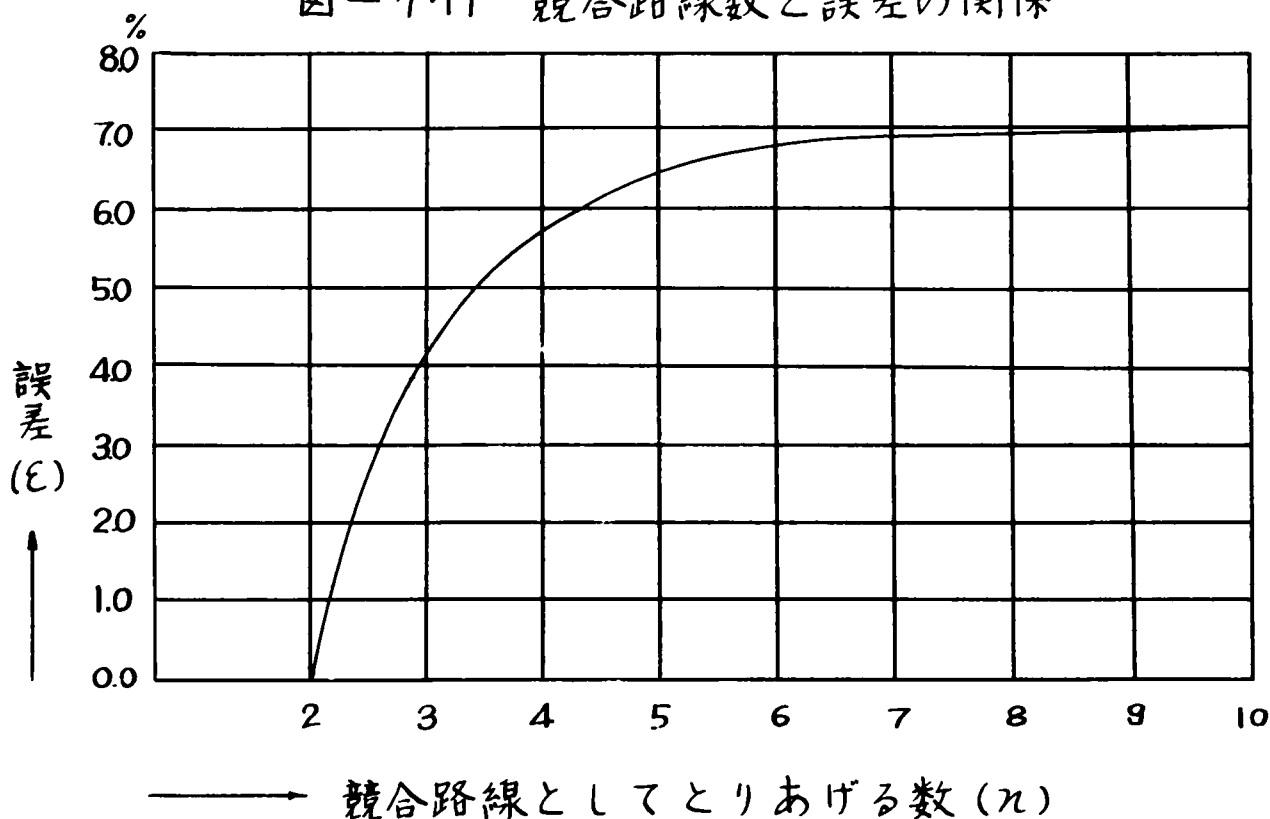
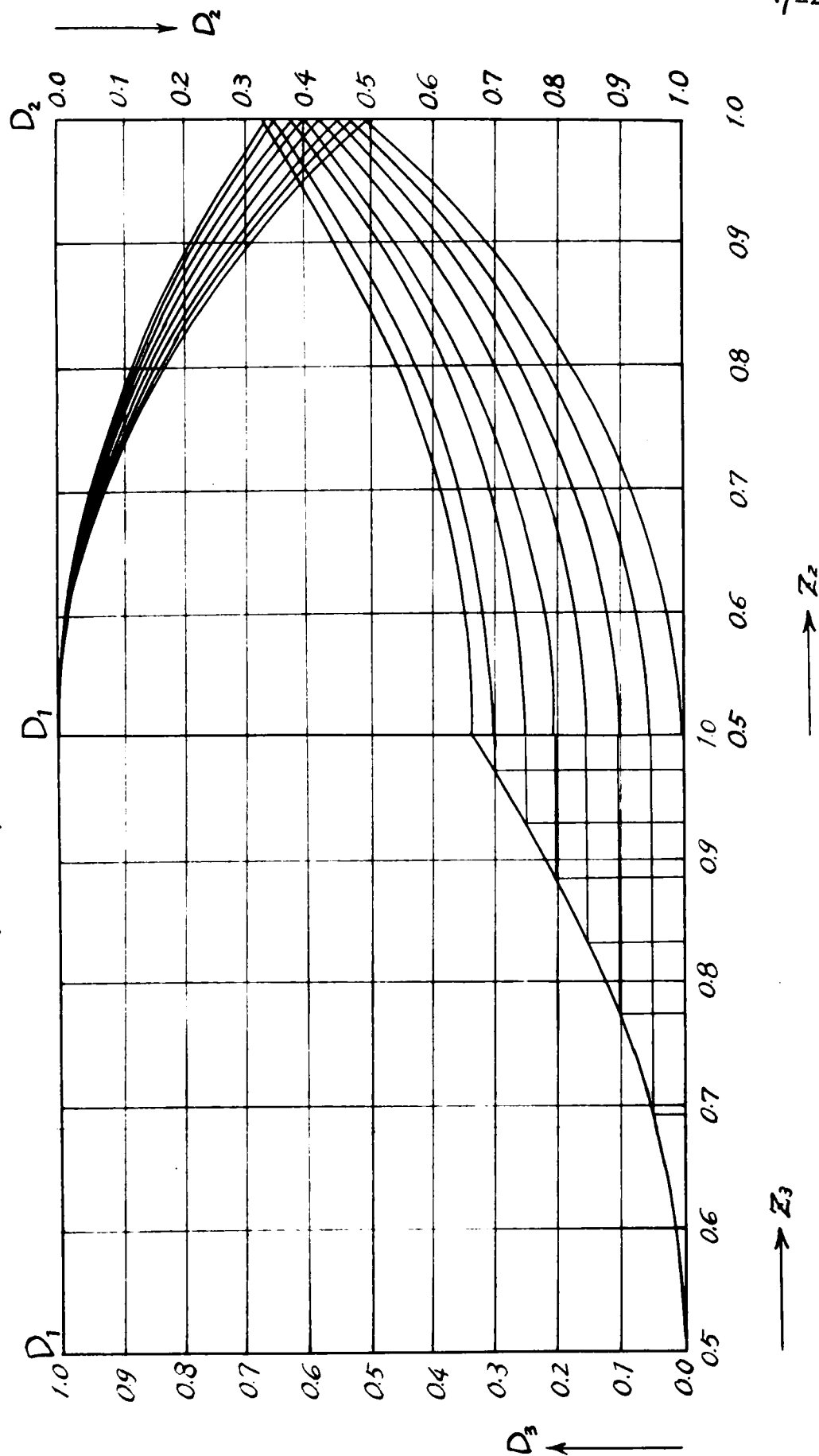


図-7.18 簡便法による3経路間の分担率曲線



によつて  $\Sigma_2$  を計算し、選出した曲線中から  $\Sigma_2$  に相当する  $D_1 \cdot D_2$  の値を読めば、第1経路・第2経路の分担率が算出できる。

#### §4. 競合路線の分散解析のモデル計算

第5・第6章で述べたネットワークシミュレーションの応用例として §2・§3 で述べた競合路線間の交通流分散解析のモデル計算例を示す。

対象道路網としては、名古屋田市内部（守山区・緑区を除く）の幹線街路網をごく粗くモデル化した道路網を考える。そのモデル化した道路網は、図一7・19である。図中の番号はノード番号を示し、区間は交点にはさまれた線である。図中太線は都市高速道路の規格とし、細線は一般街路として解析を進めた。またノード数は33 点に抑えてあるので幹線街路を2〜3本集めて仮想上の街路網を構成した。この街路網に配分するOD交通量は、市内各区をブロックにとり区相互間のOD交通量を推定し、その結果を表一7・4に示した。このOD交通発生ノードが同一の軽重率で交通端を有するものとして計算を行なった。これを算出する根拠は、表一7・5上側





表-7.4 名古屋市内モデル計算におけるOD交通量

区別	千種	東	北	西	中村	中	昭和	瑞穂	熱田	中川	港	南
千種	32.640	14.140	6.720	13.200	73.880	168.500	17.770	5.230	8.120	8.400	13.750	5.240
東	19.530	7.450	7.070	26.790	103.440	48.980	8.760	5.220	5.920	5.500	7.570	115.180
北	12.330	11.070	17.780	41.050	31.410	27.310	9.120	5.450	8.310	13.250	28.33	12.23
西	18.600	28.290	27.210	8.030	17.790	29.970	9.470	7.660	5.290	182.190		
中村	47.410	43.160	7.040	7.040	19.460	31.300	12.980	4.870	5.290	131.250		
中	72.480	13.280	5.320	8.060	20.330	44.120	8.570	113.650	125.910	131.250		
昭和	23.220	7.270	4.680	7.040	17.790	27.310	8.760	5.230	8.120	8.400		
瑞穂	12.370	8.110	5.110	7.730	19.460	29.970	9.120	5.220	5.920	5.500		
熱田	13.550	8.520	5.320	8.060	20.330	44.120	12.980	4.870	5.290	131.250		
中川	14.310	11.880	7.560	11.270	28.670	44.120	12.980	4.870	5.290	131.250		
港	19.750	7.550	4.790	7.210	18.150	27.950	8.570	113.650	125.910	131.250		
南	12.440	180.250	114.050	171.750	433.400	665.470	204.250	113.650	125.910	131.250		
合計	298.680	04.14	13	18	20, 24 26, 31	15, 16, 21	03, 06	11	22	32, 27	28, 33	12, 23
交通発生 発生地点	01, 02, 05											

表一7.5 区別発生交通端数

区 別 車 種	昭和 33 年交通端数		
	乗 用 車	バ ス	トラ ッ ク
千 種	23,304	3,215	12,353
東	29,728	585	17,541
北	12,152	1,066	14,218
西	16,579	1,535	21,719
中 村	62,433	10,705	34,058
中	104,073	6,195	50,720
昭 和	20,480	2,483	14,421
瑞 穂	10,810	1,297	11,670
熱 田	12,806	2,775	20,442
中 川	7,929	858	18,420
港	9,144	1,126	15,146
南	5,558	1,242	10,199
市全域	314,996	33,067	241,629

区 別 車 種	昭和 60 年交通端数推定値		
	乗 用 車	トラ ッ ク	合 計
千 種	242,840	55,840	298,680
東	119,210	61,040	180,250
北	48,360	65,690	114,050
西	77,920	93,830	171,750
中 村	319,650	113,750	433,400
中	481,860	183,610	665,470
昭 和	143,970	60,280	204,250
瑞 穂	66,270	47,380	113,650
熱 田	57,630	68,280	125,910
中 川	47,250	84,000	131,250
港	71,320	110,870	182,190
南	52,560	62,620	115,180
市全域	1,728,840	1,007,190	2,736,030

欄に示す昭和33年のOD交通量を基礎資料にして、地区発生交通量を在帯数・自動車登録台数・工業生産額および商品販売額をパラメーターにとり、式(3・4)に示した指数構造式と仮定して回帰分析を行ない、定数を求めて昭和60年の区別発生交通量を推定して、表一7・5下側欄にその結果をえた。この値を算出したときの交通成長率(昭和33年度比)は、市域全体を平均して乗用車5.5倍、トラック類4.1倍である。

このモデル計算の評価値関数としては、式(6・17)～式(6・24)の車種別、道路規格別の評価値算定式から道路規格を都市高速道路と街路のみに絞り、車種については式(6・25)により乗用車、トラック類の構成比を考慮して、式(7・47)式(7・48)を誘導してモデル計算に用いた。

#### 都市高速道路

$$E_e/L = 0.00246V^2 - 0.273V + 12.25 + 505.6/V \quad \dots\dots (7.47)$$

#### 街路

$$E_s/L = 0.0130V^2 - 0.985V + 31.95 + 449.7/V \quad \dots\dots (7.48)$$

なお、都市高速道路の配置は広幅員街路を利用して東西線1本(桜通り線)、南北線2本(東郊通り線、伏見通り線)の放射状に配置し、外環状線は、このモデルが旧市内のみを取り上げた関係で配置しなかった。

表-7.6 リンク延長およびリンク・ノード変換表

リンク番号	ノード番号	リンク延長(Km)	リンク番号	ノード番号	リンク延長(Km)
1	01 - 02	4.14	31	16 - 21	1.59
2	02 - 03	3.57	32	17 - 22	1.95
3	01 - 04	4.26	33	12 - 28	4.20
4	02 - 05	3.77	34	12 - 23	2.76
5	03 - 06	3.99	35	18 - 19	1.86
6	03 - 07	3.60	36	19 - 20	1.53
7	04 - 05	1.89	37	20 - 21	1.86
8	05 - 06	2.13	38	21 - 22	3.81
9	06 - 07	3.60	39	22 - 23	3.30
10	04 - 08	1.38	40	21 - 27	4.05
11	05 - 09	1.95	41	22 - 27	2.10
12	06 - 10	1.20	42	22 - 28	3.33
13	07 - 11	1.29	43	27 - 28	2.64
14	08 - 09	1.29	44	23 - 28	2.10
15	09 - 10	2.25	45	18 - 24	2.40
16	10 - 11	3.45	46	19 - 24	2.40
17	11 - 12	2.76	47	20 - 25	2.24
18	08 - 13	3.96	48	21 - 26	3.00
19	08 - 14	2.46	49	27 - 29	1.80
20	09 - 15	2.04	50	28 - 30	1.80
21	10 - 16	1.47	51	24 - 25	1.89
22	11 - 17	1.29	52	25 - 36	1.35
23	12 - 17	2.52	53	26 - 29	3.30
24	13 - 14	1.47	54	29 - 30	2.46
25	14 - 15	1.47	55	24 - 31	2.43
26	15 - 16	2.07	56	25 - 31	1.47
27	16 - 17	3.69	57	29 - 32	2.04
28	13 - 18	2.07	58	30 - 33	3.90
29	14 - 19	1.80	59	31 - 32	5.73
30	15 - 20	1.47	60	32 - 33	3.09

この結果、各区間に配分された交通量は表一7.7のようである。表一7.7の道路種別横の数字は、2で都市高速道路を8で一般街路を表わしている。第1経路配分交通量は、第1経路としてその区間を利用する交通量を示し、第2経路配分交通量は第2経路として利用する交通量を示している。容量はその区間に相当する街路数本分の交通容量を第8章の容量制約条件にあう範囲で適当に与えた数値である。超過交通量は配分交通量に対する不足容量である。またOD交通列の第1・第2経路配分解析の結果の1部を表一7.8に示した。

競合路線数は2本とり上げて、その分担率は式(7.40)を使用した。

このモデル計算による配分交通量の結果は、名古屋における道路交通の状態を十分再現しているか否かを検討する必要がある。この検討のため、最近の名古屋市都心部の交通量調査の結果と<sup>9)</sup>照合してみると表一7.9のような結果がえられた。交通調査の観測場所と、解析モデルのノード配置の関係図は図一7.20に示した。この照合の結果、昭和39年度交通量調査の結果と解析配分交通量とはきわめて高い相関関係を示している。すなわち、解析配分交通量は昭和39年交通調査による交通量に対して2.0倍～4.9倍の交通成長率を示

しており、極端に伸びの大きい個所や小さい個所はなく、現在交通量が少ないところは将来交通量も少なく配分され、伸び率の個々の数値についても納得のいく値を示している。この結果からみて解析された配分交通量は、かなりの精度で交通の実態を再現しているものと考えてよい。伸び率の 2.0 ～ 4.9 倍の数値は、このモデル計算が昭和 33 年の交通量を基準にして、計画年度には平均 4.64 倍の交通量と推定されたのに対して、昭和 39 年度交通量の昭和 33 年度比は、2.31 倍であるから、解析結果と調査結果の交通量の平均伸び率は 2.01 倍となる。照合表の伸び率がこの値より若干大きいのは、道路網が 33 ノード構成であるため幹線街路網を十分収録できなかったこと、交通調査が都心部中心に行なわれたので、照合表の道路区間（リンク）もこれに合わせて都心部に片寄ったことに原因するものと思われる。

このモデル計算では、計画年度の交通需要の予測が若干過少推定であったが、大体において交通流の形態を十分再現していると考える。したがって、ノード数と交通発生点を解析の目的に適するよう十分に取れば、交通流解析を行なった結果は十分の精度が期待できる。

なお計算はすべて FACOM 222 を使用した。

表一7.7 (1) 競合配分モデル計算表

リンク 番号	道路 種別	第1経路 配分交通量	第2経路 配分交通量	合計 交通量	容 量	超過交通量
1	8	17750	5266	23016	50000	
2	8	19054	7483	26537	50000	
3	8	55464	31952	87416	110000	
4	2	61021	30202	91223	120000	
5	8	49439	17452	66891	30000	36891
6	8	30369	10100	40469	50000	
7	8	20958	3546	24504	50000	
8	8	21949	16453	38402	50000	
9	8	0	5638	5638	50000	
10	8	89266	57203	146469	110000	36469
11	2	92086	33476	125562	120000	5562
12	8	96028	50043	146076	80000	66076
13	8	30369	15536	45905	100000	
14	8	64808	38885	103693	70000	33693
15	8	3050	20000	23050	75000	
16	8	12422	20694	33116	75000	
17	8	15694	9185	24879	75000	
18	8	0	3230	3230	75000	
19	8	24458	22660	47118	110000	
20	2	153844	64331	218175	120000	98175
21	8	86656	53420	140076	80000	60076
22	8	69361	25287	94648	100000	
23	8	25008	11442	36450	150000	
24	2	77953	31975	109928	150000	
25	2	110976	54273	165249	200000	
26	2	215105	70237	285342	150000	135342
27	2	99403	33615	133018	150000	
28	8	19307	10875	30182	75000	
29	8	8019	15826	23845	80000	
30	2	289681	76402	366083	200000	166083



表-7.7 (2) 競合配分モデル計算表

リンク 番号	道路 種別	第1経路 配分交通路	第2経路 配分交通路	合計 交通量	容 量	超過 交通量
31	8	122088	94797	216885	80000	136885
32	2	73454	24024	97478	100000	
33	8	2534	2755	5289	100000	
34	8	8891	4976	13867	75000	
35	2	73812	33658	107470	120000	
36	2	114836	34002	148838	120000	28838
37	2	178855	102909	281764	120000	161764
38	8	35938	29037	64975	80000	
39	0	20441	9802	30243	30000	
40	2	90887	64130	155017	70000	85017
41	8	15403	11582	27045	100000	
42	2	16515	11420	27939	50000	
43	2	46704	20929	75633	70000	5633
44	8	6951	9040	15971	50000	
45	8	43013	8122	51935	75000	
46	0	49043	3844	52887	80000	
47	2	138722	67761	206483	150000	56483
48	8	28288	13548	41836	80000	
49	0	41161	37784	78945	100000	
50	8	16413	12156	28569	100000	
51	8	21086	50181	71267	75000	
52	8	106352	26943	133295	75000	58295
53	8	36668	19311	55979	75000	
54	8	0	4870	4870	75000	
55	8	29828	2679	32507	50000	
56	2	90350	28251	118601	150000	
57	8	66999	46237	112236	100000	12236
58	8	16413	9310	25723	100000	
59	8	14316	98	14414	75000	
60	8	40748	24616	65364	50000	15364
TOTAL					=	1198882

表-7.8 (1) 第1.第2経路配分解析結果

起點ノード 1

第 1 経 路				第 2 経 路				道路 種別
終点	最終 経過点	経路評価値	分担率	終点	最終 経過点	経路評価値	分担率	
001	000			001	000			
002	001	12047	.9985	002	005	26445	.0015	1
003	002	22436	.9715	003	006	33852	.0285	1
004	001	12397	.9978	004	005	26095	.0022	2
005	004	17897	.7235	005	002	20595	.2765	1
006	005	24241	.6724	006	005	26939	.3276	2
007	003	32912	.5896	007	006	34717	.4104	1
008	004	16413	.9700	008	009	26072	.0300	2
009	008	20167	.6661	009	005	22318	.3339	1
010	009	26715	.5630	010	006	27733	.4370	1
011	007	36666	.5041	011	010	36755	.4959	1
012	011	44698	.5034	012	011	44787	.4966	2
013	014	26905	.5634	013	008	27937	.4366	1
014	008	23572	.7717	014	015	28125	.2283	1
015	009	24792	.6355	015	014	26905	.3645	1
016	015	29485	.5838	016	010	30993	.3162	1
017	016	37851	.5658	017	016	39359	.4342	2
018	013	32929	.5050	018	019	33027	.4950	1
019	014	28810	.6520	019	020	31594	.3480	1
020	015	28125	.6206	020	015	30238	.3794	2
021	020	32342	.5894	021	016	34112	.4106	1
022	017	42272	.5456	022	021	43429	.4544	1
023	022	51875	.5277	023	021	52730	.4723	1
024	019	35794	.6245	024	019	38578	.3755	2
025	020	33204	.6032	025	020	35317	.3968	2
026	025	37133	.5928	026	025	39246	.4072	2
027	021	41524	.5703	027	021	43294	.4297	2
028	027	47510	.5617	028	027	49280	.4383	2
029	026	46736	.5009	029	027	46762	.4991	1
030	028	52748	.5364	030	029	53895	.4636	1
031	025	36537	.5942	031	025	38650	.4058	2
032	029	52672	.5008	032	029	52698	.4992	2
033	032	61664	.5007	033	032	61690	.4993	2

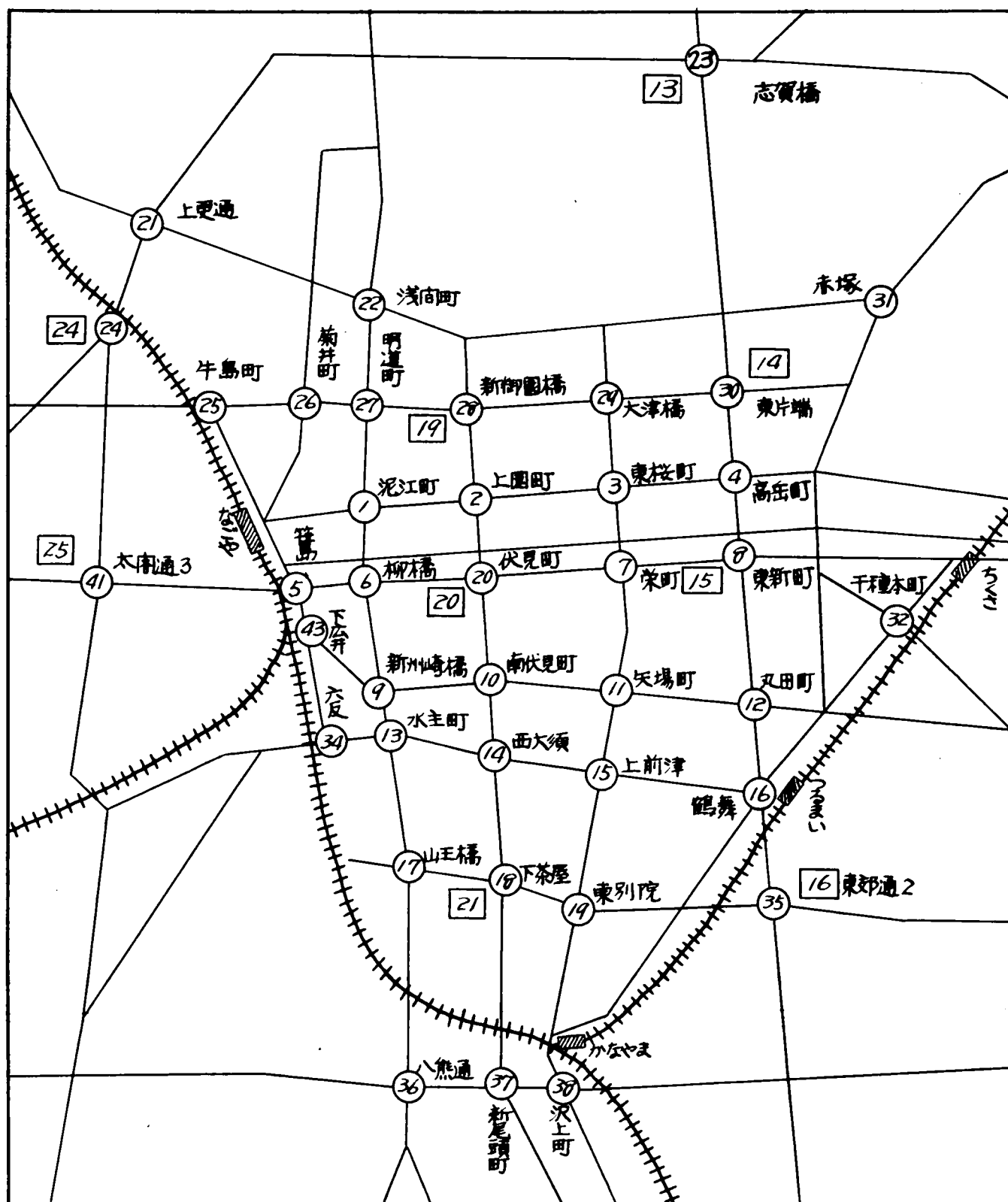
起點 / - F 2

表-7.8 (2) 第1·第2經路配分解析結果

7-52

第 1 經 路				第 2 經 路				道路 種別
終 點	最 終 經過 點	經路評價值	分 担 率	終 點	最 終 經過 點	經路評價值	分 担 率	
001	002	12047		001	004	26445		1
002	000			002	000			
003	002	10389	.9997	003	006	26503	.0003	1
004	005	14048	.9455	004	008	20739	.0545	1
005	002	8548	.9999	005	004	26239	.0001	2
006	005	14892	.9458	006	003	22000	.0542	1
007	003	20865	.7946	007	006	25368	.2054	1
008	009	16723	.6281	008	004	18064	.3719	1
009	005	12969	.9818	009	008	21818	.0182	2
010	006	18384	.6001	010	009	19517	.3999	1
011	007	24619	.7281	001	010	28424	.2719	1
012	011	32651	.6476	012	017	35706	.3524	1
013	014	24260	.6866	013	014	27215	.3134	2
014	015	20927	.7117	014	008	23882	.2883	1
015	009	17594	.9527	015	009	26443	.0473	2
016	015	22287	.5282	016	010	22662	.4718	1
017	011	28573	.6284	017	016	30653	.3716	1
018	019	28613	.5951	018	013	30284	.4049	1
019	020	24396	.6166	019	014	26165	.3834	1
020	015	20927	.9251	020	019	29634	.0749	2
021	020	25144	.6135	021	016	26914	.3865	1
022	017	32794	.6121	022	017	35074	.3879	2
023	012	40683	.5695	023	022	42397	.4305	1
024	019	31380	.5068	024	025	31506	.4932	1
025	020	26006	.8858	025	020	34713	.1142	2
026	025	29935	.6994	026	021	33874	.3006	1
027	021	34326	.5844	027	021	36096	.4156	2
028	027	40312	.5013	028	022	40344	.4987	1
029	026	39538	.5011	029	027	39564	.4989	1
030	028	45550	.5012	030	028	45582	.4988	2
031	025	29339	.8616	031	025	38046	.1384	2
032	029	45474	.5010	032	029	45500	.4990	2
033	032	54466	.5008	033	032	54492	.4992	2

図-7.20 交通調査観測所と解析モデルノード配置関係図



注； ○は交通量調査の観測交差点番号

□は交通流解析のノード番号を示す

表一7.9 (1) 交通流配分結果と交通量調査照会表

リンク 番号	解析配分 交通量	昭和39年 交通量 調査結果	伸び率	モデル計算に 相当する街路名	交通量調査 適用区間	適用区間 交通量
19	47118	10441	4.51	外堀町線	東片端一平町	10441
20	218175	95044	2.30	桜通り線 錦通り線 広小路線 矢場町線	高岳町一布池町 東新町一新栄町 東新町一新栄町 丸田町一老松町	37301 18751 16158 22834
21	140076	37840	3.70	山王線 八熊通線	東郊通2-御番所 高辻一桜山	21178 16662
25	165249	56552	2.92	東郊線 大津町線	高岳町一東新町 東桜町一栄町	31718 24834
26	285342	57832	4.93	東郊線 大津町線	東新町一丸田町 栄町一矢場町	34753 23079
27	133018	49936	2.66	東郊線 大津町線	東郊通2-高辻 東別院-金山橋	34321 15615
29	23845	11842	2.01	外堀町線	東片端一大津橋	11842
30	366083	74640	4.90	桜通り線 錦通り線 広小路線 矢場町線	高岳町一東桜町 東新町一栄町 東新町一栄町 丸田町一矢場町	39867 18368 16405 29586

表-7.9(2) 交通流配分結果と交通量調査照会表

リンク 番号	解析配分 交通量	昭和39年 交通量 調査結果	伸び率	モデル計算に 相当する街路名	交通量調査 適用区間	適用区間 交通量
31	216885	52764	4.11	岩井町線 山王線 八熊町線	上前津-西大須 東別院-下茶屋 沢上町-新尾頭町	17967 22003 12794
35	107470	53002	2.03	伏見町線 江川線	新御園橋-浅間町 明道町-浅間町	34895 18107
36	148838	59302	2.51	伏見町線 江川線	上園町-伏見町 泥江町-柳橋	39041 20279
37	28176	70402	4.00	伏見町線 江川線	西大須-下茶屋 水主町-山王橋	39309 31093
40	144017	36606	4.23	伏見町線	下茶屋-新尾頭町	37606

## §5. 結語

本章では第6章で述べた電子計算機による交通流配分のシミュレーションに、制約条件として交通流の分散現象を入れた場合の解析について論述した。第6章で述べた配分シミュレーションは道路や交通条件に全く制約条件がないものとして解析する手順を示したが、実際には経路に対する評価に個人差があり、交通流の分散現象の大きな要因となっている。この分散現象をシミュレーションで表現するために、競合路線の定義と探索方法について数学的な条件を示し、その条件を計算機に導入する方法を明示し、競合路線間の交通流配分シミュレーションの方法論を具体的に展開した。この場合、競合路線間の交通分担率が問題となる。

この章では、交通分担率は道路評価値の分布により支配されるものと考えて、最適経路よりも競合路線のほうがより有利であると評価する確率の求めかたについて、著者の考えを2通り示した。第1の方法は、運転者の経路選択分布を基礎にして運転者が数本の競合路線中からある経路の評価値が最小であると評価する確率を求めて、その評価する確率が経

路の分担率に相当すると考えるものである。この理論式の、一般的な定義式を導き、引き続いて三角分布によって2路線間の競合の場合、3路線間の競合の場合について分担率を算出した。第2の方法は、*Abraham* が提案した経路選択の方法を改良して、運転者の経路選択の分布は平均値のまわりに正規分布をするという仮定から、評価値比による分担率の算定方法を2経路競合の場合について一般解を導き、さらに3路線以上に拡張する場合の近似的な方法を提案した。また、分散解析を手計算によって行なう場合の便宜のため、簡便法を確立して実用に供した。

最後に、33ノードの街路網モデルについて分散解析を行ない、分散解析が実際の交通流分散現象のシミュレーションとして十分実用になることを実証した。



## 参 考 文 献

- 1) William L.Mertz; Traffic Assignment to Street and Highway Systems, Traffic Engineering, July 1960.
- 2) 阪神高速道路公団計画部：交通状態の推定とそれの計算報告書，1963. 11.
- 3) Glenn E.Blokke; Assigning Traffic to a Highway Network, Public Roads, Vol. 30, No. 10, Oct. 1959. pp. 227 - 231.
- 4) Par C.Abrechsen 田谷瑞弘：転移交通の推定について，道路 1962.10 pp. 863 - 873.
- 5) 星野哲生：転移率と走行要素との相関関係，高速道路と自動車 Vol. 6, No. 1, 1963. pp. 36 ~ 42.
- 6) 佐佐木恒一，小林八郎：道路交通の推定，交通日本社 1962. pp. 83 ~ 134.
- 7) C.Pinnell & G.T.Jr. Gallorly; Analytical Methods in transportation Systems Analysis for Arterial Street Operation, Proc. of the American Society of Civil Engineers, Vol. 39, No. EM6, 1963.
- 8) L.R.Ford and D.R.Fulkerson; Flows in Networks, Chapter I Static Maximal Flow, Princeton University Press, 1962. pp. 1 - 30.
- 9) 名古屋市計画局編：昭和34年度交通調査成果書，1965.
- 10) 加藤晃，池上一志：交通量配分について，OR学会春季研究発表会講演概要，1965. 5. pp. 109 ~ 114.
- 11) 加藤晃：競合路線における交通分担率について，土木学会第20回年次学術講演会講演概要 1965. p86.
- 12) 加藤晃：道路網計画における交通流解析の適用〔I〕道路，NO 284 1964. pp. 875 ~ 884.

## 第8章 道路の交通容量を考慮した場合の交通流配分

### §1. 概説

第7章では、1組のOD交通が数経路に分れて走行する状態の推測をシミュレーションによって行なう方法について述べたが、このときの経路選択の尺度には、道路の交通容量や交通混雑による経路の回避とは無関係な状態をとり上げた。すなわち、経路探索の尺度にした経路評価値は速度の関数として表現したが、前章までの解析では評価値を配分交通量や容量とは無関係に、所定の速度が変えられるものとして求めた。しかし、現実の交通流では道路の混雑度が経路選択の重要な要因となっており、交通流は経路の混みかたによって動的な変化を示すことは明らかである。この点からみて、交通流配分の解析に、道路混雑による制約条件を欠くことは、交通流配分の解析として不十分である。

第7章までの解析で、この容量制約の条件を導入しなかったのは、シミュレーションを行なう順序として混雑度の制約条

件が含まれた解析は、高度の技法を要することと容量制約の初期条件として配分交通量が全く検討されていない以前には、混雑度をあらかじめ仮定して導入するよりほかに手がかりがないためであった。しかし、経路探索が進み、それに伴って区間交通量の検討が始まれば、求められた値と解析対象道路網の各区間の幅員とから混雑度を算出する。第6章において経路選択に使用した要因は、走行時間・経費および快適度であったが、交通量が道路の交通容量を越えると停滞・速度低下が生じ、交通事故の原因にもなつて、当然走行時間は長くなり、経費もかさみ、快適度も落ちてくる。交通量が多くなって混雑してきた場合には、運転者が道路を評価する値は悪化し、その経路や区間を選択する率もさがる。この現象を解析条件に取り入れ、評価値を道路の混雑度に応じて変化させ、これをフィードバックする方法で交通流の制御を行なうことが可能である。

交通容量を制約条件として交通配分を行なう方法には、混雑度を指標として行なうものと、ほかに経路探索に優先順位をつけて配分を行なう方法、一度配分された交通量のうち、容量を越えるものを順次ほかの路線に転換する方法などが考えられる。本章では、それらの解析の基礎的な考えかたを

述べるとともに、混雑度を指標として配分解析を行なうのが、最も実際の交通現象に近いシミュレーションの方法であることを明らかにして、混雑度による配分交通流の修正方法を述べる。さらに、混雑度を考えた場合の配分解析でも、配分交通が交通容量を越える場合が生ずるが、このときの配分交通の解釈について論じ、その対策として道路計画は、いかにあるべきかにも言及する。最後に混雑度を考慮した3通りの解析方法について具体的な計算例を示し、実用化に役立てる。

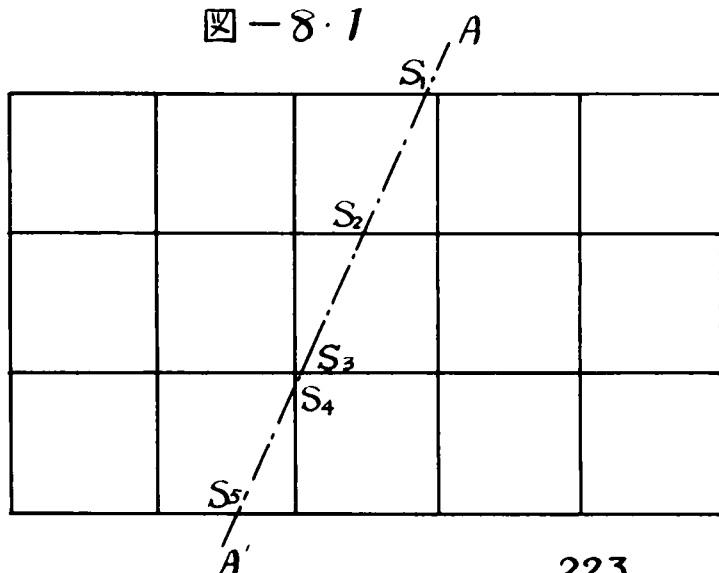
## §2. 容量制限があるときの解析方法

交通配分のシミュレーションにおいて、容量制限を行なう場合に2通りの接近法がある。その第1は、容量制約の条件を経路探索のときに導入して経路探索を条件付きで求める方法である。第2の方法は、容量制限がない希望交通の配分のシミュレーションを行ない、この情報に基づき制約条件を付加して順次解析を制御する方法である。いずれの方法で容量制限の解析を行なうにしても、解析対象とする道路網と交通量の間に、つぎのような条件が成立して始めて容量制限を伴う解析の意義が生かされる。

まず、与えられた道路網について各区間の交通容量の総和は、必ず配分交通量の総和より大きくなければならない。

また、道路網を任意の断面で切断した場合、その切断せられた各リンクの容量の総和は、切断面を横切る交通量の総和より大きくなければならない。前者は道路網の全容量よりも交通量が多ければ、解析対象道路網における容量の絶対量が不足しており、容量制限の意義は全く失われてくる。この条件は、いわば容量制限付き解析の必要条件というべきものである。後者は、いわゆる輸送あい路における容量と交通量の均衡条件を考えると生ずるものである。これが満足されていない場合、図-8・1 に示すように道路網を任意の断面で切断した場合、分けられた地域相互間の交通は、どの経路をたどるにしても容量不足の制約を受けるわけで、すでに計画道路網と交通量との間に不均衡が生じたことを示し、交通の利用者

図-8・1



側はバイパスの建設や路線拡幅が行われないうちは、交通渋滞を強制される。この容量不足を解消させる計画が織り込ま

れない限り、ある経路であふれた交通はほかの経路に移っても、再び押し出されて、交通解析を行なっても配分交通量が経路間で往復して交通流本来の状態の再現は不可能である。この条件は容量制限を行なうための十分条件というべきもので、式(8.1)・式(8.2)は必要・十分条件を式で示したものである。

$$\sum_{S \in \mathcal{S}} X_S \leq \sum_{S \in \mathcal{S}} C_S \quad \cdots \cdots (8.1)$$

ここで  $X_S$  ; リンク  $S$  に配分される交通量  
 $C_S$  ; リンク  $S$  の交通容量

$$\sum_{S \in \text{Cut } A} X_S \leq \sum_{S \in \text{Cut } A} C_S \quad \cdots \cdots (8.2)$$

容量制限を伴った配分シミュレーションにおいて、配分交通量が競合経路間を往復し、一定の収束値を見いだせない場合の多くは、式(8.2)の条件を満足しない状態で容量制限の解析を行なうことに起因している。このため容量制限の解析に先立ち、解析対象道路網とOD交通量との間で式(8.2)が常に成立していることを確認しなければならない。この式(8.2)の条件をFordらは、ネットワーク理論における「*minimum cut*」とし、任意の切断面の中で容量が最小となるものを求め、その値がネットワークを始点側と終点側に分けて、相互にわたる流れの最大流(*maximum flow*)であるこ

とを指摘している。<sup>1)</sup> しかし、Ford らの *minimum cut* の考えかたは、流れの始点と終点を単独に含む集合 ( $\mathcal{O}, \mathcal{D}$ ) について論じているので、*minimum cut* が容易に求められると同時に *maximum flow* も決定できるが、道路網における OD 交通の発着点は始点と終点の区別がなく、発着点が道路網上の各所に散在するので *minimum cut* を求めることは容易ではない。ゆえに式 (8.2) の検討が省かれやすいが、この条件が満たされないと容量制限の解析の意義が薄くなるので、少なくともあい路個所と予想できるところについては、式 (8.2) の検算をする必要がある。

つぎに、容量制限を考えない場合の解析が、そのまま容量制限を行なった場合の解に等しくなることがある。これは道路網上のどのリンクの配分交通量も各リンクの交通容量以下の場合に生ずる。この場合には、交通容量を制約条件としても制約条件は常に満足されており、制約条件がない場合の解析と同じ結果をうるからである。この場合の容量と配分交通量の関係を示せば、式 (8.3) のようである。

$$X_{sej} \leq C_{sej} \quad \cdots \cdots (8.3)$$

したがって容量制限がある場合の配分解析は、式 (8.1)・式 (8.2) を満足し、しかも式 (8.3) が成立しないときに

意義を生ずる。式(8.3)の検計は、道路網を構成する全リンクについて行なう必要があるが、これは交通量配分の計算時に多少の操作を付加すれば配分シミュレーションと同時に検計することができる。このため、希望配分交通の解析が先行して行われる場合には、式(8.3)は自動的に検計でき、式(8.3)が成立していれば、その解析結果が容量制限を伴ったときの結果ともなる。なお、式(8.3)の検計方法としては  $X_s/C_s$  の計算を配分交通量算出と同時に計算させて検出するのがよい。 $X_s/C_s$  が 1.0 を越えるリンクが 1 個でもあれば、式(8.3)を満足しない。

容量制限を伴った場合の交通流解析としては、前述のように大別して 2 通りの接近法がある。すなわち、容量の制約条件を経路探索のときに導入するものと、希望配分交通の解析結果を、フードバック制御方法によって修正していく方法とである。基本的な考えかたとしては前者のほうが正統的といえるが、制約条件を経路探索と同時に成立させることは理論解に近づくもので、第 5 章の式(5.13)を制約条件とする L・P 理論や、式(5.25)における転換方程式を交通量と容量の関数として成立させた場合の、高次連立方程式群の解法も、広義に解釈すれば同じ研究方向と考えることができる。ま



た *Bellman* は、このような問題に対するダイナミック・プログラミングの適用について、有意義な提案をしているが、<sup>2)</sup> 道路網上の交通問題に適用する場合は、O D交通の発着点が多いために、交通経路を求める基礎方程式が難解となり、交通発着点の数を絞ればD.P.理論を適用した解の実用性が下がるわけで、この点は今後研究すべき大きな問題として残っている。

ネットワークシミュレーションによって交通流解析を行なう最大の理由は、解析的に結果を求めることが困難であるためで、この制約条件を同時に満たす経路探索の方法が確立すれば、ネットワーク問題はほとんどすべてを理論的に解決できる。しかし、現在の段階ではそこまでの理論を確立するにいたっておらず、このため簡便法として経路探索に優先順位をつけて、経路を探索する方法の実用化が試みられている。<sup>3), 4)</sup>

この方法は、経路探索に優先順位を先決して与えておき、その順位にしたがって経路探索を行ない、探索が終ったO D交通量から各リンクに交通が配分される。この方法によれば優先順位の高いものから最適経路が見付けられ、順次交通量が配分されて各リンクの交通容量に達するまでは、同じ操作が続けられるが、交通容量に達するとそのリンクは閉鎖し

、経路探索はそのリンクを除いた経路で最適経路を構成する。この方法は、道路容量までは配分交通量を負担しそれ以上は受け付けないので、解析結果の数字の上では非常によい結果をうるが、優先順位の低いOD交通がたどる経路は必ずんだ経路を構成するから、OD交通量の配分という本来の目的から一歩退いたことになる。この欠点は優先順位のとりかたによつてある程度補うことができる。優先順位は特定のOD交通を指定する方法と、各OD交通ごとに走行距離別に分類をし、その分類の優先順位にしたがつて配分する方法が採用されている。著者は、中京地域都市高速道路網計画の交通解析において、道路輸送量(台・キロ)別の分類を行ないそれによつて優先順位を決定し、容量制限付きの配分交通量としてはかなりの成果をえたが、OD交通の経路別配分という点からは必ずしも満足すべき結果をえられなかった。<sup>4)</sup> この解析結果から考えて、容量制限を経路探索と同時に行なわせるのは、現在の段階では計算機の解析プログラム上困難であり、この解決については今後も研究を進めて行きたい。

これに対し、希望配分交通量を求めてから制約条件を導入して解析結果を修正する方法は、理論的解法のように1回の解析によつて最終的結論をうることはできないが、電子計

算機の長所を利用して配分交通量による道路の混雑度を経路探索の中に生かすことが可能である。また、希望配分交通量は道路側に制約条件がないときの潜在的な配分交通量であるから、道路計画者にとっては道路上に投影された希望路線図としてきわめて大切なものであり、容量制限を行なった解を別に求めるにしても、希望配分交通解析は必要とすることが多い。しかも式(8.3)の検討は、 $X_s/C_s$ を計算して行なうのが便利であり、この $X_s/C_s$ は、とりもなおさず道路の混雑度を示す指標となるので、これによって容易にフィードバック制御方法が使用できる。また、計算機のI.O.C.S方式(*Input Output Control System*)を制御指令的に使用することによって、OD交通の分類から始まり、交通需要の予測・地域間交通量の推定・リンク評価値の計算・経路分析・区間交通量の算定とそのフィードバック制御を一連のシステムとして解析することができる。したがって、解析方法としては明解ではないにしろ制約条件次第で交通流がどのように変化するかを順次シミュレートすることができるので、現在の段階ではすぐれた実用的接近法であると考えらる。

このフィードバック制御方法による容量制限の解析は、評価値関数を構成する変数に混雑度を導入して、混雑度が高くな

れば評価値が悪化して、経路探索のときにそのリンクを避けたり、分担率を小さくする方法と、希望配分交通解析でえた結果から、交通量だけを混雑度に応じて第2位経路以下に移す考えかたとがある。前者のほうは、道路網全体の構成の中で、交通混雑によって経路探索がどのような影響を受けるかを表現できるが、後者では、単にそのリンクの混雑にしたがって第2位以下の経路に交通が分散するだけで、混雑度の本来の意味による制御とはいいきれない。著者は、これらの容量制約の特色を考慮して、容量制限の解析としては混雑度による評価値修正方式がすぐれていると判断し、この方法による容量制限が課せられる場合の解析方法を次節以下に述べる。

### §3. 混雑度による配分交通量の修正

著者がこれまで述べてきた交通配分の解析手順は、経路探索が交通配分に先行し、経路探索の結果えられた経路評価値によって分担交通量を算出し、各リンクを通過するOD交通量を求めた。この計算手順の大略は、すでに図一7・1で示したが、このブロックチャート中(7)~(10)までが混雑度による

交通量配分の修正計算に相当する。

著者の交通配分解析は、第5章、§5.に述べたネットワーク理論が基礎になっているので、常に経路探索が交通配分に先行して解析の指標的役割りを果たしている。したがって混雑度による修正計算も経路探索の中に制約条件を導入する方法が採用される。経路探索とは別に、交通配分に制約条件を導入するときは、前節で述べたように優先順位を先決して、それによって容量制御を行なうか、経路探索が終ってOD交通量がリンクに配分されたとき、リンク容量を越える分だけ計算機内の架空リンクに收容して、別途の制御を行なう方法が考えられる。ここでは主として後者の場合について述べる。

道路網上における経路探索は、道路網がノードとリンクの集合として表現できて、各リンクに対し道路評価値の関数形が示されたときに可能となる。I,J間を結ぶ任意の経路は、第5章、§5.の定義より式(8.4)のように示される。

$$E\{Q_k(I,J)\} = \sum_{S \in Q_k} E(S) \quad \dots\dots (8.4)$$

式(8.4)の右辺  $E(S)$  は各リンクの評価値で、評価値関数とリンクの特性(道路規格と延長)が判明すれば、任意の経路  $Q_k$  に対して経路評価値  $E(Q_k)$  を求めることができる。  $E(S)$  を示す関数は、第6章、§4.に述べたように所要

時間・走行経費・安全性・快適性の関数として示され、著者はこれらの要因をすべて金額表示にまとめて、式(6.16)のように表現してきた。

$$E/L = aV^2 + bV + C + d/V + \tau/V + P_0 + \alpha A \quad \cdots (6.16)$$

式(6.16)は走行速度  $V$  が主要な変数であり、補足的変数として時間便益率  $\tau$  と、通行料金率  $P_0$ 、快適度  $\alpha A$  を含んで評価値関数を構成している。 $a, b, C, d$  は定数であり、この定数群として、 $P_0, \alpha A$  は道路規格および車種によって変化するが、それは資料からあらかじめ定められる数値である。式(6.16)は、速度の関数として表現されているから、混雑度と速度の関係が明確になれば、速度を媒介変数として道路の混雑度を評価値の中に導入でき、混雑度を考慮した経路探索が可能となる。

ここで評価値関数  $E/L$  の数値について若干補足する。式(6.16)のうち、 $P_0$  と  $\alpha A$  を除いた基本形について考えてみると、式は2次関数と1次双曲線関数の合成関数であり、 $V^2$  項と  $1/V$  項の係数が正であれば第1象限で最小値をとることが明らかになる。

いま、各車種・各道路規格に対して係数  $a, b, C, d$  および  $\tau$  を求めてみると、式(6.17)～(6.24)に示したように、

いずれも正の値を有するから、評価値関数  $E/L$  を最小にする値、すなわち最小経費の走行速度が実用的に求められる。これらの値を一括表示すれば、表-8.1 のようになる。

表-8.1 最小評価値を示す速度 (単位  $\text{km/h}$ )

車種 \ 道路規模	高速道路	一般道路平地部	一般道路山地部	街路
乗用車	83.0	61.5	53.0	38.5
トラック類	67.5	51.0	43.5	37.5

表-8.1 の最小評価値を示す速度より、速度が向上したり低下すれば評価値は悪化する。特に低下した場合には、 $(d+tc)/v$  の項が大きく響くので、評価値は急速に増大する。評価値関数がいかなる走行速度に対しても整合性を有すると仮定すれば、この性質を利用して経路探索および交通分担率の修正をすることができ、すなわち、道路の混雑度が走行速度にどんな影響を与えているかを明らかにすれば、この解析は可能となる。いま、道路の混雑度  $K_0$  は式(8.5)に示すように、リンクの交通容量に対する配分交通量の比と定義する。ここで交通容量  $C(s)$  は、各リンクに対して定まった値であるから、混雑度は配分交通量によって支配される。

$$K_0(s) = \frac{X(s)}{C(s)} \quad \dots\dots (8.5)$$

換言すれば、道路網の基礎資料にリンクの容量が与えられているときは、配分交通量からただちに混雑度をうる。

道路の車線数が定まっているときの地方部道路における交通量と走行速度の関係は、*Greenshields, Normann* らが明らかにしている。<sup>5), 6)</sup> また、*Highway Capacity Manual* に走行速度と車線当たり交通量の関係が示されている。<sup>7)</sup> わが国においても星野哲三氏が、京浜国道において交通量と走行速度の関係を調査発表されている。<sup>8), 9)</sup>

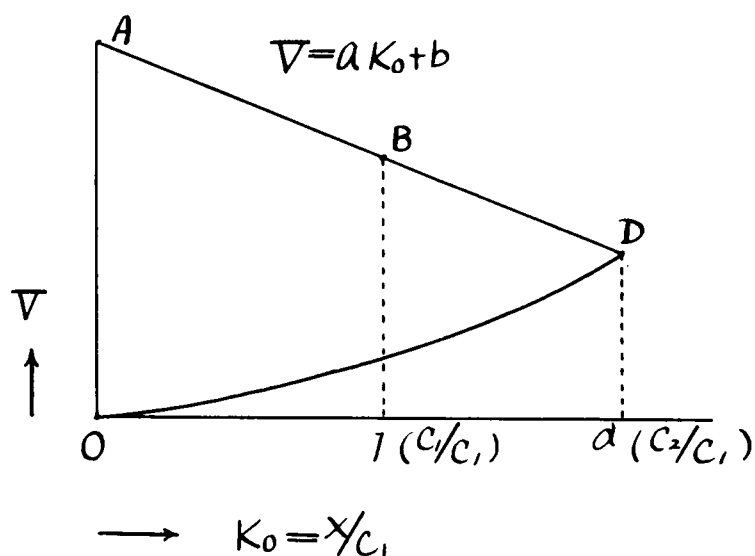
これらの報告によれば、交通量が可能容量に達するまでは、交通量の増加につれて車の走行速度は減少し、可能容量に達したのちは走行速度が減少しても交通量は増加せずに、速度の減少とともに交通量も減少すると報告されている。この関係を利用して混雑度を評価値関数の中に導入することが可能である。すなわち、走行速度と交通量の関係は交通量・速度以外の条件が同じであれば、可能容量まではこの両者を直線関係にあるものと考えてよい。この交通量を道路の容量で除した混雑度で置換して示せば、式(8.6)のように表わせる。

$$V = aK_0 + b \quad \cdots \cdots (8.6)$$

式中の  $a, b$  は定数であり、走行速度と交通量の関係から



図-8.2 走行速度と混雑度の関係



求められる値である。

図-8.2 は、速度と混雑度の一般的関係を示したものである。図-8.2 では解析の便宜上、混雑度の尺度としては実用容量( $C_1$ )に等しい配

分交通量が与えられたときを、混雑度 1.0 として、交通量が可能容量( $C_2$ )に達したときの混雑度  $\alpha$  は、実用容量に対する可能容量の比  $C_2/C_1$  ( $C_2 > C_1$ ) で与えられる。 $C_1, C_2$  は道路の幅員・車線数・線形・こう配などの道路条件や走行速度・車種構成などによって著しく異なるので、道路網の各リンクの実状に相応した値を用いなければならない。また、図-8.2 の B 点は実用容量を、D 点は可能容量を示している。

混雑度を、リンク評価値に導入するときは、式(8.6)を式(6.16)に代入すると式(8.7)のように表現される。

$$E/L = a'K_0^2 + b'K_0 + C' + d'/K_0 + e'/K_0 + P_0 + \alpha A \quad \cdots (8.7)$$

式(8.7)は、混雑度  $K_0$  についての関数であり、リンク評価値が混雑度によって支配されることを示している。した

がって、制約条件がない場合の希望配分交通量とリンクの實用容量とから、混雑度を導入した新しいリンク評価値を計算して、最適経路と競合路線間の交通分担率を変化させることができる。

この場合に注意すべき事項が3点ある。まず第1は、フィードバック制御を経路探索まで逆のぼって行なうと、経路探索に混雑度を考慮した評価値が入り、OD交通の経路は混雑度を取り入れて探索できるように見える。しかし、この配分シミュレーションでは、計算機容量から見て競合経路をただか数本選択できるだけで、普通は最適経路と競合経路1本の2路線の競合問題として解かれることが多い。このとき、最適経路や競合経路が経路探索のたぐいに変更されたのでは、容量制限本来の意味をなくするわけで、この方法で探索された経路は、混雑度を考慮して探索したものとは本質的に異なるものとなる。したがって、この方法による配分交通量も意味をもたない。混雑度を考慮した経路探索は、始めから競合路線の数を第7章で述べたように評価値の分布が重複する限りとり上げ、その中で混雑度によって分担率だけを制御したものと考えるほうが妥当である。すなわち、2路線だけに競合路線を絞ったときは、ほかの経路に流れている交通はすべて第2

経路までに配分されるので、第1・第2経路だけが第3経路以下に比べて、特にすぐれている場合は問題ないが、第3経路以下があまり変わらないときはかなりの誤差を含むわけで、この関係は多項式展開の近似式において第 $n$ 項以下を省略する場合と全く同じである。

つぎに、第6・第7章の配分シミュレーションでは、配分対象となる交通量は日交通量でも、時間交通量でも同時に成立した。しかし、混雑度を考慮した配分シミュレーションでは、混雑度のもつ性質が短かい単位時間当たりの交通量と交通容量の比であり、交通量の尺度としては30分交通量、1時間交通量などをとるのが望ましい。したがって、日交通量を解析資料として混雑度による解析を行なうときは、1日を数個の時間帯に区分した上で配分解析を行なうのが本筋である。換言すれば、混雑度を考慮する解析では、時間交通量に対するシミュレーションとして考えるべきで、このときにはその程度に相応した競合経路数を配分対象経路としてとり上げることは当然である。

第3に、競合路線の数を $n$ 本に制限して容量制限を行なうときには、配分対象経路に選ばれた $n$ 本の経路間において、式(8.2)と同じ条件が成立しなければならない。これは

、式(8.8)・式(8.9)のように表わせる。

$$\sum_{S \in \text{Cut} ANR} X_S \leq \sum_{S \in \text{Cut} ANR} C_S \quad \dots\dots (8.8)$$

$$R = \{Q_k(I_0, J_0) \mid k = 1, 2, \dots, n\} \quad \dots\dots (8.9)$$

式(8.8)が成立しない経路を通るOD交通は、制限容量を越えて配分されるので、このときの対策としては競合路線の数を増やして、式(8.8)が成立するように修正するか、式(8.8)が満足されないまま容量を越える交通量だけは、その経路に対する需要度が高いものとしてバイパス計画を立案するか、いずれかの方策をとらねばならない。

前者は、合理的な解決方法であるが現在の配分シミュレーションでは解析上困難な点が多すぎるため、後者のほうが実用的である。この場合、バイパスに移る交通量は計算過程では架空のリンクに配分される方式をとる。

#### §4. 収束条件を考慮した場合の修正計算

§3.で述べた方法は、評価値関数の中に道路の混雑度を導入したが、収束に対する制約条件は全く導入していない。したがって、この方法で容量制限を伴った解析を数回繰り返しても、その解は必ずしも収束するとは限らない。とくに、式

(8.8) が満足されていないときは、配分交通量は競合経路間を往復して、不安定な解を算出する。競合路線を固定して、混雑度による修正計算を試みる場合には、修正計算の過程に収束のための制約条件を導入するのがよい。著者は、収束の制約条件として、つぎの2通りの方法を提案する。第1の方法は、混雑度を利用して容量制約を受ける交通量の割合いを拘束する方法であり、第2の方法は、リンクの容量を越えた交通量によって、修正計算の制御を行なう方法である。つぎに、この2通りの方法の考えかたおよび解析手順を述べる。ここでは、この論理を明確にするため、競合経路を2本とした場合について論ずる。

### 〔1〕 混雑度を利用する方法

(i) まず、与えられた道路網の規格と評価値関数によって、リンク評価値  $E(S)$  を計算する。ついで、第5章 §5 の論理にしたがって最適経路（第1位経路）および第2位経路を探索する。この経路にOD交通を配分する。いま、この値を  $X_1$  とする。

(ii) リンクごとに混雑度  $K_0 = X_1/c$  を計算して評価値を式(8.6)・式(8.7)によって修正し、第1・第2経路の分担率を計算する。（この場合、経路探索は行なわない）計算さ

れた分担率によつて修正配分されるべき交通量を  $X'_2$  とする。  
この  $X'_2$  と  $X_1$  とから第2回の配分修正交通量  $X_2$  をつぎのように求める。

$$X_2 = \frac{S_N}{\sum y_i} X_1 + (1 - \frac{S_N}{\sum y_i}) X'_2 \quad \cdots \cdots (8.10)$$

ここで、 $\sum y_i$  および  $S_N$  はつぎのように定義する。

$S_N$  ; 道路網を構成するリンクの総数

$\sum_{i=1}^N y_i$  ; 混雑指数 (Congestion Index) の総数

$y_i$  は、混雑度 ( $K_0$ ) よりつぎのように定める。 $K_0$  の値は、その定義よりはず  $K_0 \geq 0$  であり、 $K_0$  が 1.0 より小さいときは、そのリンクの配分交通量は容量以下である。いま、 $y$  の定義を式 (8.11)

$$\left. \begin{array}{ll} K_0 \leq 1.0 \text{ のとき} & y = 1.0 \\ K_0 > 1.0 \text{ のとき} & y = K_0 \end{array} \right\} \quad \cdots \cdots (8.11)$$

のように定めると、式 (8.12) の関係が必ず成立する。

$$\sum_{i=1}^N y_i \geq S_N \quad \cdots \cdots (8.12)$$

式 (8.12) の等号が成立するときは、式 (8.3) が満足されているわけで、容量制御を行なう必要はなく、不等号が成立する場合のみ修正計算が必要となる。 $(S_N / \sum y_i)$  は道路網の総容量に対する全配分交通量の割合いで、これだけが希望

配分交通の形態で流れ、残りの  $[1 - (S_N / \sum y_i)]$  が修正解析を受ける交通量として計算を進める。

(iii) 第3回修正配分交通量  $X_3$  は、式(8.13)のように求められる。

$$X_3 = X_2 \cdot \frac{S_N}{\sum y_2} + (1 - \frac{S_N}{\sum y_2}) X'_3 \quad \dots\dots (8.13)$$

ここで、 $\sum y_2$  は、第2回目のときの混雑指数を示すものとする。この繰り返し修正計算で  $X_3$  が  $X_1$  より大きくなる条件(発散の条件)は、式(8.14)のように示しうる。

$$X_{n-1} (1 - \frac{S_N}{\sum y_{n-1}} \cdot \frac{S_N}{\sum y_n}) \leq (1 - \frac{S_N}{\sum y_{n-1}}) \frac{S_N}{\sum y_n} X'_n + (1 - \frac{S_N}{\sum y_n}) X'_{n+1} \quad \dots\dots (8.14)$$

この方法では、各リンクの容量が数量的に導入されていない欠点をもつが、道路網全体に対する混雑指数の値による制御が可能となる。

## [2] 交通容量を越える交通量で制約する方法

(i) [1]の場合と全く同様の方法で、希望配分交通量  $X_i$  を算出する。

(ii) 道路網を構成する全リンクに対して超過交通量  $X_s^* = (X_s - C_s)$  を計算する。このとき、道路網内のすべてのリンクが  $C_s \geq X_s$  の場合は、交通量は容量以下であるから、 $X_s^* = 0$  となる。この超過交通量の総計を  $\sum X_s^*$  と示す。

$(\sum X_s^* / \sum C_s)$  を計算する。この値は、必ず正または 0 である。 $\sum X_s^* / \sum C_s = 0$  ならば、式 (8.3) を満足する。

$\sum X_s^* / \sum C_s > 0$  ならば、容量制約の解析が必要であり、この値は道路網の全リンクの容量に対して超過している交通量の割合を示す指数となる。 $\sum X_s^* / \sum C_s$  の値がとりうる範囲は、 $0 \sim \infty$  の領域である。しかも 0 のときは全リンクが容量以下の配分交通量となるから修正配分交通量  $X_2$  は第 1 回配分交通量  $X_1$  と等しくなる。また  $\sum X_s^* / \sum C_s = \infty$  のときは、 $X_2$  は全部のリンクが容量制限を受けた場合の交通量  $X_2$  に等しくなるものと考えてよい。いま  $\sum X_s^* / \sum C_s = y$  とおけば、 $y$  の値を指標にして修正配分交通量  $X_2$  の中で、容量制限を受けない交通量  $X_1$  の占める割合  $p$  を定めることができる。すなわち、

$$y=0 \text{ のとき、 } p=1.0$$

$$y=\infty \text{ のとき、 } p=0$$

で、この間  $p$  は  $y$  が  $0 \rightarrow \infty$  の範囲の変化に対して単調減少関数となる。いま、この関数を式 (8.15) で近似するものとするば、

$$p = e^{-uy} \quad \text{..... (8.15)}$$

特定の  $y$  の実現値、たとえば  $y=1.0$  のときの  $p$  の値を実



際の調査から代入すれば、定数 $\mu$ を求めることができる。この結果から、修正配分交通量 $X_2$ は式(8.16)のように求められる。

$$X_2 = e^{-\mu g_1} X_1 + (1 - e^{-\mu g_1}) X'_2 \quad \text{----- (8.16)}$$

ここで $X'_2$ は、[1]のときと同じ定義である。

(iii) 同様の方法で第3回の修正配分交通量を式(8.17)によって求めることができる。

$$X_3 = e^{-\mu g_2} X_2 + (1 - e^{-\mu g_2}) X'_3 \quad \text{----- (8.17)}$$

$X'_3$ の定義は、 $X'_2$ の場合と同様である。

## §5. 混雑度による修正配分交通量の計算例

交通容量を考慮した場合の、ネットワーク配分解析の応用例として、本章§3・§4で述べた方法により行なった配分解析のモデル計算例を示す。

対象道路網は、第7章§4.でとり上げた名古屋市旧市内部(守山区、緑区を除く)の幹線街路網を、ごく粗くモデル化した道路網(ノード数33, リンク数60)を考える。モデル化した道路網は、すでに図-7.16に示した。OD交通量・道路容量・リンク評価値についても、第7章で示した場合と

全く同じ値・同じ関数を採用する。

解析方法は、配分対象となる競合路線として第1・第2経路をとり、第7章、§2.で述べた方法によって経路探索を行ない、配分対象路線を決定した。配分交通量は、式(7・26)により分担率の計算を行なって、第1・第2経路に交通を配分した。

つぎに、この配分交通量によって混雑度を計算し、混雑度による容量制御の修正配分交通量の計算を行なった。この計算方法は、本章、§3. §4で述べた方法をつぎに述べる4通りの方法で、3回目までの修正配分交通量を算出して解析方法の差異による収束状況の判定の資料とした。この計算に先立ち、式(8・1)・式(8・2)および式(8・3)の検討を行なったが、その結果式(8・1)・式(8・2)は満足されており、このモデル計算における道路網および交通量は、容量制御付きの解析意義を十分果たすものと考えてよい。また、式(8・3)は条件式を満足せず、第1回の配分結果のみでは容量制御ができないことを示している。修正計算の解析過程は、つぎのようである。

〔1〕 混雑度  $K_0$  を媒介にして、評価値を変更する方法

この方法は、本章、§3.ですでに述べた方法で、第1回

の配分交通量  $X_i$  は、第6・第7章の方法により計算し、混雑度  $K_0 = X_i / C$  を求め、別途に資料から速度と混雑度の関係を与えて、この関係から  $K_0$  を速度  $V$  の関数として評価値を修正し、分担率を変化させて修正配分交通量を求めた。この解析手順をブロックチャートで示せば、図-8.3 のようである。なお、この方法による解析結果は、表-8.4 (章末) に示した。また速度と混雑度の関係は (i) ~ (iv) まで共通したものを使用し、これは本節の最後に述べる。

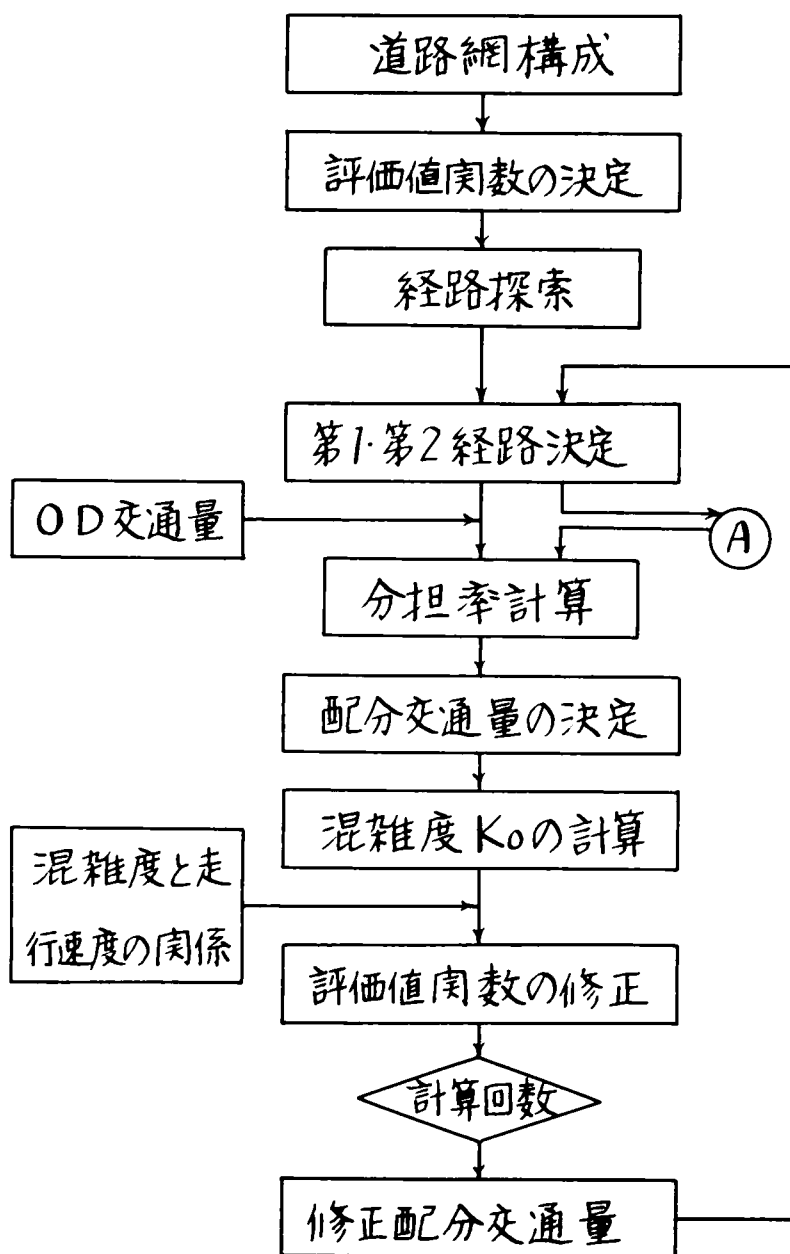
## [2] 混雑度 $K_0$ を利用して、修正配分交通量を制御する方法

この方法は、本章、§4. の[1]で述べた方法であり、上記[1]の方法を基本にして  $n$  回目の修正配分交通量  $X_n$  を求めるとき、 $n-1$  回目の配分交通量  $X_{n-1}$  と、 $n$  回目の分担率計算から求められた修正交通量  $X'_n$  を基本資料とし、式(8.18)によって修正配分交通量を求める方法である。

$$X_n = X_{n-1} \frac{S_n}{\sum y_{n-1}} + (1 - \frac{S_n}{\sum y_{n-1}}) X'_n \quad \cdots \cdots (8.18)$$

この計算過程は、図-8.3 の中で強制収束のサブルーチン[2]を含む解析方法である。この方法による解析結果は、表-8.5 (章末) に示した。

図-8.3 混雑度による修正配分交通量の求めかた



① 強制収束のサブルーチン

$$[2] \quad X_n = X_{n-1} \frac{S_n}{\sum y_{n-1}} + \left(1 - \frac{S_n}{\sum y_{n-1}}\right) X'_n$$

$$[3],[4] \quad X_n = e^{-\mu y_{n-1}} X_{n-1} + (1 - e^{-\mu y_{n-1}}) X'_n$$

### [3] 交通容量を越える交通量で、修正配分交通量を制御する方法

この方法は、本章 § 4. の [2] で述べた方法であり、図-8・3 のブロックチャートの中で強制収束のサブルーチン [3] を含む解析方法である。この方法による  $n$  回目の修正配分交通量  $X_n$  は、式 (8.19) のようになる。

$$X_n = e^{-u_{4n-1}} X_{n-1} + (1 - e^{-u_{4n-1}}) X'_n \quad \cdots \cdots (8.19)$$

この解析結果は、表-8・6 (章末) に示した。

### [4] 混雑度により評価値を変更し、超過交通量で修正配分交通量を制御する方法

この方法は、2つの解析過程があり修正配分交通量の計算は、前の [3] で述べた方法と全く同じ解析過程をたどるが、さらにフィードバック・ループを経路探索までもとして新しい経路に交通を分散させる方法である。この計算過程は、図-8・3 中の強制収束のサブルーチン [3] を持ち、かつ図-7・1 で示すフィードバックループが実線のものである。この解析結果は、表-8・7 (章末) に示してある。

表-8・4 から表-8・7 までの修正配分交通量を検討してみると、表-8・4 から表-8・6 までは数値にさほど大きな変化はみられないが、[4] の表-8・7 は第1回と第2回、第2

回と第3回の交通量に大きな変化がみられる。これは、配分対象経路が変化することに起因している。

以上、4通りの解析の結果、各回における配分の混雑度  $K_0$  が 1.0 より大きくなるリンクをとり出し、第1・第2・第3回の配分交通量を一括したものが、表-8・2である。表-8・2の最右欄の  $A \cdot A' \cdot B \cdot B' \cdot C \cdot C'$  は、配分交通量の変化の形を示すもので、その定義はつぎのようである。

A 型 -----  $X_1 < X_2 < X_3$       A'型 -----  $X_1 > X_2 > X_3$

B 型 -----  $X_2 < X_3 < X_1$       B'型 -----  $X_2 > X_3 > X_1$

C 型 -----  $X_2 < X_1 < X_3$       C'型 -----  $X_2 > X_1 > X_3$

この計算の結果、最も望ましいのは A'型に収束するものであり、ついで B型に収束するものである。C・C'型は、解が振動するものであり、A型・B'型は発散型である。

解析の結果 [1] の方法では A型が1リンク、C'型が1リンク、A'型2リンク、B'型4リンクであり、大部分のリンクが B型収束を示している。[2]の方法では、A型6リンク、A'型15リンクで大部分が A'型収束をしている。[3]では、A型6リンク、A型15リンクで最も安定性のある収束状況を示している。[4]の収束計算は、B型16リンク、B'型10リンクであり、リンクに配分される交通量では一定

表-8.2 (1) 修正配分交通量による混雑度の変化  
〔1〕の場合

リンク 番号	リンク 容量	混 雑 度 (第 1 回)	混 雑 度 (第 2 回)	混 雑 度 (第 3 回)	4 型
5	30000	2.2297	1.8520	1.8698	B
6	50000	.8094	1.0270	1.0101	B'
10	110000	1.3315	1.3145	1.3157	B
11	120000	1.0464	1.0586	1.0606	A
12	80000	1.8260	1.6829	1.6880	B
14	70000	1.4813	1.3486	1.3505	B
20	120000	1.8181	1.0083	1.8107	B
21	80000	1.7510	1.5108	1.5299	B
22	100000	.9465	1.0753	1.0580	B'
26	150000	1.9023	1.8734	1.8816	P
30	200000	1.8304	1.8791	1.8732	B'
31	80000	2.7111	2.4252	2.4377	B
32	100000	.9748	1.0585	1.0555	B'
36	120000	1.2403	1.2385	1.2374	A'
37	120000	2.3480	2.3537	2.3466	C'
40	70000	2.2145	1.9861	1.9926	B
43	70000	1.0805	1.0300	1.0108	A'
47	130000	1.3766	1.3530	1.3547	B
52	75000	1.7773	1.7414	1.7450	B
57	100000	1.1224	1.0427	1.0769	B
60	50000	1.3073	1.1009	1.2441	B

表-8-2 (2) 修正配分交通量による混雑度の変化  
〔2〕の場合

リンク 番号	リンク 容量	混雑度 (第1回)	混雑度 (第2回)	混雑度 (第3回)	収束 型式
5	30000	2.2297	2.1650	1.8520	A'
6	50000	.8094	.8466	1.0270	A
10	110000	1.3315	1.3206	1.3145	A'
11	120000	1.0464	1.0485	1.0587	A
12	80000	1.8280	1.8015	1.6827	A'
14	70000	1.4813	1.4506	1.3487	A'
20	120000	1.8181	1.8164	1.8085	A'
21	80000	1.7510	1.7109	1.5166	A'
22	100000	.9485	.9685	1.0753	A
26	150000	1.9023	1.8973	1.8749	A'
30	200000	1.8384	1.8388	1.8780	A
31	80000	2.7111	2.6621	2.4271	A'
32	100000	.9748	.9897	1.0588	A
36	120000	1.2403	1.2400	1.2383	A'
37	120000	2.3480	2.3490	2.3521	A
40	70000	2.2145	2.1754	1.9861	A'
43	70000	1.0805	1.0720	1.0264	A'
47	150000	1.3766	1.3725	.9111	A'
52	75000	1.7773	1.7711	1.7422	A'
57	100000	1.1224	1.1087	1.0490	A'
60	50000	1.3073	1.2866	1.1924	A'



表-8.2 (3) 修正配分交通量による混雑度の変化  
〔3〕の場合

リンク 番号	リンク 容量	混雑度 (第1回)	混雑度 (第2回)	混雑度 (第3回)	収束 型式
5	30000	2.2279	2.1559	1.8520	A'
6	50000	.8694	.8519	1.0269	A
10	110000	1.3315	1.3282	1.3146	A'
11	120000	1.0464	1.0438	1.0588	A
12	80000	1.8260	1.7980	1.8627	A'
14	70000	1.4813	1.4554	1.3487	A'
20	120000	1.8181	1.8102	1.8085	A'
21	80000	1.7510	1.7052	1.5165	A'
22	100000	.9465	.9717	1.0753	A
26	150000	1.9023	1.8966	1.8750	A'
30	200000	1.8304	1.8399	1.8779	A
31	80000	2.7111	2.6552	2.4272	A'
32	100000	.9746	.9911	1.0588	A
36	120000	1.2403	1.2400	1.2309	A'
37	120000	2.3480	2.3491	2.3523	A
40	70000	2.2145	2.1639	1.5091	A'
43	70000	1.0305	1.0706	1.0258	A'
47	130000	1.3766	1.3720	1.3534	A'
52	75000	1.7773	1.7705	1.7424	A'
57	100000	1.1224	1.1068	1.0498	A'
60	50000	1.3073	1.2826	1.5970	A'

表-8.2 (4) 修正配分交通量による混雑度の変化  
[4] の場合

リンク 番号	リンク 容量	混雑度 (第1回)	混雑度 (第2回)	混雑度 (第3回)	収束 型式
2	50000	.5307	1.3093	.6830	B'
5	30000	2.2297	.6513	1.9211	B
6	50000	.8094	1.4212	.9290	B'
7	50000	.4901	1.7563	.7377	B'
10	110000	1.3315	.6812	1.2044	B
11	120000	1.0464	1.9585	1.2247	B'
12	80000	1.6280	.7114	1.6080	B
14	70000	1.4813	.6019	1.3094	B
20	120000	1.8181	2.1300	1.8807	B'
21	80000	1.7510	.7347	1.5522	B
22	100000	.9465	1.4150	1.0301	B'
26	150000	1.9023	1.8449	1.8911	B
27	150000	.8068	1.1700	.9422	B'
30	200000	1.8304	1.7974	1.8240	B
31	80000	2.7111	1.6954	2.5125	B
32	100000	.9748	1.5052	1.0785	B'
36	120000	1.2403	1.1871	1.2299	B
37	120000	2.3480	1.9215	2.2646	B
40	70000	2.2145	1.1890	2.0140	B
42	50000	.5588	1.3806	.7195	B'
43	70000	1.0805	.7883	1.0233	B
47	150000	1.3706	1.3611	1.3735	B
52	75000	1.7773	1.4402	1.7114	B
56	150000	.7907	1.0440	.8402	B'
57	100000	1.1224	.4051	.9821	B
60	50000	1.3073	.7094	1.1904	B

第1回と第2回の間に収束するように見えるが、配分交通量の変化が大きいため解析結果に安定性が乏しく、また経路が新しく探索されるため、第1回と第2回、第2回と第3回では対象路線が異なり、したがって混雑度も大きく変化し配分対象路線の中でどれが優位にたっかが明瞭でない欠点をもつ。

このモデル計算に用いた走行速度と交通容量の関係は、表-8.3のようである。

表-8.3 走行速度と交通容量の関係

項目 道路種別	実用容量	実用容量のとき の走行速度	可能容量	可能容量のとき の走行速度
都市高速道路	1,000 台/時	60 Km/h	2,000 台/時	40 Km/h
街路	1,500 台/時	30 Km/h	2,000 台/時	20 Km/h

表-8.3 に基づいて混雑度—走行速度の関係を求めれば、式(8.20)・式(8.21)のようである。

都市高速道路に対して(乗用車・貨物共通)

$$K_0 = -0.05V + 4.0 \quad \cdots \cdots (8.20)$$

一般街路に対して(乗用車・貨物車共通)

$$K_0 = -0.0333V + 2.0 \quad \cdots \cdots (8.21)$$

## §6. 結語

本章では、第6・第7章のネットワークシミュレーションへ、交通の混雑度による制約条件を導入した場合の解析について論述した。第7章までの解析では、経路評価値は混雑度には無関係に走行速度の関数として計算されていたが、実際には走行速度・道路の混雑度によって大きな影響を受ける。本章では、この点に注目して配分交通量を修正する方法を述べた。

すなわち、容量制限があるときの解析方法には2通りの接近法があり、第1の方法は、容量制約の条件を経路探索のときに導入して経路探索・配分交通量を同時に求める方法であり、第2の方法は、経路探索→配分交通量→混雑度計算→経路探索のフィードバック・ループによる修正計算である。第1の接近法は、非常にすぐれた方法であるが、現在の段階では解析的に未解決の点が多く、ノード、リンク数の多い道路網の解析に対する適用は困難である。したがって著者は、フィードバック・ループによって配分交通量を修正する方法を実用的に応用する手順を展開した。

この解析に先立ち、道路網の容量と配分交通量との均衡

条件が成立しない場合は、容量制限の解析の意義がなくなるので、この容量制限を伴った場合の配分解析を行なうために、必要・十分条件を満たしているか否かの検討方法および第1回の配分解析が容量制限の条件を満たしているかの検討方法について論述した。

つぎに、混雑度の概念を導入して配分交通量の修正を行なう実用的な解析方法を展開した。すなわち、第6章で述べたリンク評価値関数は、走行速度の変数として示されている。ここに注目して、混雑度—走行速度の関係を導入すれば、配分交通量を混雑度によって制御できることを明らかにした。この場合、評価値の示す数値、すなわち著者の評価値関数では、走行経費と走行時間経費が混雑度によってどのように変化するか、また第6・第7章で述べた解析にフィードバックしても、十分整合性をもつものであるか否かを検討し、道路混雑度と走行速度の関係の中で、配分交通量が道路の可能容量に達するまでは、混雑度と走行速度が1次の逆相関関係を示して、論理的にも混雑度による配分修正計算が可能であることを明らかにし、混雑度によるリンク評価値の修正式を明示した。

さらに著者は、混雑度による修正配分交通量だけでは収束計算が十分でない場合の解析について、道路網全体の混雑

指数を修正計算の指標にして、配分計算を早く収束させる方法と、リンクの交通容量を越える交通量を指標として、修正配分交通量を収束させる方法を明らかにした。

最後に、本章 §3, §4 で述べた混雑度により配分交通量の修正を行なう方法について、4通りのモデル計算例を示した。その結果、方法〔1〕,〔2〕,〔3〕のいずれも容量を越えて配分された交通量を混雑度に応じて再配分することが明らかになった。計算の収束効果は、方法〔3〕,〔2〕,〔1〕の順であり、方法〔4〕のみは選択経路の変更が解を不安定とするので、競合路線の数を先決する場合の解法としては実用的でないが、方法〔1〕,〔2〕,〔3〕については容量制限を伴った場合の解析に有効な解析手段となりうることを例証した。

本章で述べた混雑度による容量制限は、競合路線網の数を、解析に先立ち決定してあるから、混雑度の変化によって経路を変更する交通の割合は、最初に定めた配分対象道路網間においてのみ行なわれるが、本来の交通現象は対象道路網全体の中で起こるものであり、競合路線数が少ないほど実際とモデル計算との間に差が生ずるわけである。これを解析するためには、配分対象とする競合路線数をあらかじめ決定せず、評価値関数の構成とその実現値のとりかた、および経

路探索の計算結果によって自動的に計算機に決定させる方法を、計算機の I.O.C.S. を利用して一連のシステム解析とするか、経路探索のときに容量制限条件を同時に採用する方法を明らかにしなければならない。本論文では、これらの点について未解決の問題点を残したが、今後さらに残った問題点の解明を試みる予定である。

## 参 考 文 献

- 1) L.R.Ford and D.R.Fulkerson; Flows in Networks, Chapter I Static Maximal Flow, Princeton University Press, 1962. pp. 1 - 30.
- 2) R.Bellman and S.Dreyfus; Applied Dynamic Programming, Chapter VI Optimal Trajectories, Princeton University Press, 1962. pp. 152 - 179.
- 3) 阪神高速道路公団計画部調査課編; 広域阪神地区幹線道路網計画に伴う大阪市・神戸市周辺地区における昭和45年交通量の予測, 1964.
- 4) 愛知県土木部計画課編; 中京地域幹線道路網計画報告書, 1964.
- 5) O.K.Normann and Others; New Methods for Determining Capacity of Rural Roads in Mountainous Terrain, Public Roads, Vol. 30, No. 2, June 1958. pp. 25 - 39.
- 6) B.D.Greenshields; The Density Factor in Traffic Flow, Traffic Engineering, March 1960.
- 7) U.S.Department of Commerce, Bureau of Public Roads; Highway Capacity Manual Practical Applications of Research, 1950.
- 8) 星野哲三, 大森勇; 交通量の走行速度に及ぼす影響について, 第5回日本道路会議論文集, 1959.
- 9) 星野哲三; 道路交通量と走行速度の調査および両者の相互関係について, 第6回日本道路会議論文集, 1961.
- 10) H.G.Dodan; Some Quantitative Findings of Simulated Congestion, Proc. 2nd International Conference of Operations Research, 1961.



表-8.4(1-a) 方法[1]による第1回配分交通量

8-40

(この表は 表-8.5(1-a)・表-8.6  
(1-a)・表-8.7(1-a) と共通)

リンク 番号	道路 種別	リンク 容量	総交通量	第1経路 交通量	第2経路 交通量	混雑度
1	8	50000	23016	17750	5266	.4603
2	8	50000	26537	19054	7483	.5307
3	8	110000	27416	55464	31952	.7947
4	2	120000	91223	61021	30202	.7602
5	8	30000	66891	49439	17452	1.2297
6	8	50000	40469	30369	10100	.8094
7	8	50000	24504	20958	3546	.4901
8	8	50000	38402	21949	16453	.7680
9	8	50000	5638	0	5638	.1128
10	8	110000	146469	89266	57203	1.3315
11	2	120000	125562	52086	33476	1.0464
12	8	80000	146076	36028	50048	1.8260
13	8	100000	45935	30369	15566	.4594
14	8	70000	103693	64308	38885	1.4613
15	8	75000	23057	3050	20000	.3073
16	8	75000	33116	12422	20694	.4415
17	8	75000	24879	15694	9185	.5317
18	8	75000	3230	0	3230	.0431
19	8	110000	47118	24453	22660	.4283
20	2	120000	218175	153844	64331	1.8181
21	8	80000	140076	86656	53420	1.7510
22	8	100000	54648	69361	25287	.9465
23	8	150000	36450	25008	11442	.2430
24	2	150000	109928	77953	31975	.7329
25	2	200000	165245	110976	54273	.8262
26	2	150000	255342	215105	70237	1.9023
27	2	150000	133018	99403	33615	.868
28	8	75000	30182	19307	10875	.4024
29	8	80000	23845	8019	15826	.3981
30	2	200000	566083	289681	76402	1.8304

表-84 (1-b) 方法[1] による第1回配分交通量

(この表は 表-85 (1-b)・表-86  
(1-b)・表-87 (1-b) と共通)

31	8	80000	216185	122000	94797	2.7111
32	2	100000	97478	73154	24024	.5748
33	8	100000	5289	2534	2755	.0529
34	8	75000	13867	8391	4976	.1849
35	2	120000	107470	73812	33658	.5956
36	2	120000	148838	114830	34002	1.2403
37	2	120000	281764	178855	102909	2.3480
38		80000	64975	35936	29037	.5122
39	8	80000	30243	20441	9802	.3780
40	2	70000	155017	50007	54130	2.2145
41	8	100000	27045	15163	11582	.2705
42	2	50000	27539	16519	11420	.5588
43	2	70000	75033	46704	28929	1.0805
44	8	30000	15971	6931	9040	.5324
45	8	75000	31935	23813	8122	.4258
46	8	80000	52887	49043	3844	.6611
47	2	150000	206483	138722	67761	1.3766
48	8	80000	41836	28288	13548	.5230
49	8	100000	78945	41161	37784	.7895
50	8	100000	28569	16413	12156	.2857
51	8	75000	71267	21086	50181	.9502
52	8	75000	133295	106352	26943	1.7773
53	8	75000	55979	36668	19311	.7464
54	8	75000	4870	0	4870	.0649
55	8	50000	32507	29828	2679	.6501
56	2	150000	118601	90350	28251	.7907
57	8	100000	112236	66999	45237	1.1224
58	8	100000	25723	16413	9310	.2572
59	8	75000	14414	14316	98	.1922
60	8	50000	65364	40748	24616	1.3073

表-8.4(2-a) 方法[1]による第2回配分交通量

1	8	50000	24104	18556	5548	.4821
2	8	50000	30772	20395	10377	.6154
3	8	110000	86328	54118	32210	.7848
4	2	120000	32618	62154	30464	.7718
5	8	30000	55560	38646	16914	1.8520
6	8	50000	51351	33377	17974	1.0270
7	8	50000	24847	20289	4558	.4969
8	8	50000	34325	19393	14932	.6865
9	8	50000	8167	0	8167	.1633
10	8	110000	144594	85328	59266	1.3145
11	2	120000	127035	94985	32050	1.0586
12	8	80000	134633	82879	51754	1.6129
13	8	100000	57268	33377	23891	.5727
14	8	70000	94399	59685	34714	1.3486
15	8	75000	26707	2792	23913	.3561
16	8	75000	27684	10864	17020	.3718
17	8	75000	25651	15855	9798	.3420
18	8	75000	3281	0	3281	.0437
19	8	110000	53456	25643	27813	.4860
20	2	120000	216993	151878	65115	1.8083
21	8	80000	121340	74807	46533	1.5168
22	8	100000	107529	76803	30726	1.0753
23	8	150000	36273	24674	11999	.2418
24	2	150000	111205	78464	32741	.7414
25	2	200000	171648	111885	59763	.8582
26	2	150000	281017	221870	59147	1.8734
27	2	150000	147059	105373	41686	.804
28	8	75000	32090	19303	12737	.4279
29	8	80000	25907	8792	17115	.3238
30	2	200000	375829	299491	76338	1.8791

表-8.4(2-b) 方法[1]による第2回配分交通量

31	8	80000	194013	112477	81536	2.4252
32	2	100000	105847	77438	28409	1.0585
33	8	100000	5280	2534	2746	.0528
34	8	75000	14453	9081	5372	.1927
35	2	120000	105653	74852	30801	.8804
36	2	120000	148625	116959	31666	1.2385
37	2	120000	282445	186915	95530	2.3537
38	8	80000	69416	38794	30622	.8677
39	8	80000	31062	21700	9362	.3083
40	2	70000	139026	79802	59224	1.9861
41	8	100000	27601	16522	11079	.2760
42	2	50000	35056	18199	16857	.7011
43	2	70000	72155	41970	30185	1.0308
44	8	30000	14566	6991	7575	.4855
45	8	75000	32424	24821	7603	.4323
46	8	80000	53983	50899	3084	.6748
47	2	150000	202955	136647	66308	1.3530
48	8	80000	46403	29120	17283	.5800
49	8	100000	70750	36774	33976	.7075
50	8	100000	34140	18321	15819	.3414
51	8	75000	68615	20897	47718	.9149
52	8	75000	130606	104173	26433	1.7414
53	8	75000	58567	38052	20515	.7809
54	8	75000	5719	0	5719	.0763
55	8	50000	34650	31244	3406	.6930
56	2	150000	118380	90193	28187	.7892
57	8	100000	104270	63546	40724	1.0427
58	8	100000	32043	18321	13722	.3204
59	8	75000	16070	15987	83	.2143
60	8	50000	59044	38164	20880	1.1809

表-8.4 (3-a) 方法(1)による第3回配分交通量

1	8	50000	24004	18478	5526	.4801
2	8	50000	30460	20209	10251	.6092
3	8	110000	86428	54154	32274	.7857
4	2	120000	92330	62172	30658	.7736
5	8	30000	56093	39149	16944	1.8698
6	8	50000	50506	32960	17546	1.0101
7	8	50000	24828	20286	4542	.4966
8	8	50000	34268	19390	14876	.6854
9	8	50000	8093	0	8093	.1619
10	8	110000	144727	85418	59309	1.3157
11	2	120000	127275	94959	32316	1.0606
12	8	80000	135037	83652	51385	1.6880
13	8	100000	56497	32960	23537	.5650
14	8	70000	94534	59753	34781	1.3505
15	8	75000	26688	2811	23877	.3558
16	8	75000	28517	10884	17633	.3802
17	8	75000	25734	15936	9738	.3431
18	8	75000	3278	0	3278	.0437
19	8	110000	53435	25665	27770	.4858
20	2	120000	217285	151901	65384	1.8107
21	8	80000	122390	75579	46811	1.5229
22	8	100000	105802	75455	30347	1.0580
23	8	150000	36369	24835	11534	.2425
24	2	150000	111313	78342	32971	.7421
25	2	200000	171648	111641	60007	.8582
26	2	150000	282242	221992	60250	1.8816
27	2	150000	146293	105127	41166	.9753
28	8	75000	32215	19303	12912	.4295
29	8	80000	26042	8805	17237	.3255
30	2	200000	374640	298435	76205	1.8732

表-8.4(3-b) 方法[1]による第3回配分交通量

31	8	80000	195014	113406	81608	2.4377
32	2	100000	105552	76935	28617	1.0555
33	8	100000	5394	2354	2860	.0539
34	8	75000	14538	9180	5358	.1938
35	2	120000	105551	74722	30829	.8796
36	2	120000	148491	116689	31802	1.2374
37	2	120000	281597	186197	95400	2.3466
38	8	80000	69099	38715	30384	.8637
39	8	80000	30923	21688	5235	.3865
40	2	70000	139482	81488	57994	1.9926
41	8	100000	28357	16485	11872	.2836
42	2	50000	33899	17267	16632	.6780
43	2	70000	70754	42147	28607	1.0108
44	8	30000	14620	6969	7651	.4873
45	8	75000	32421	24670	7751	.4323
46	8	80000	53842	50772	3070	.6730
47	2	150000	203208	136672	66536	1.3547
48	8	80000	46279	29059	17220	.5785
49	8	100000	73525	38655	34870	.7353
50	8	100000	31380	17401	13979	.3138
51	8	75000	68979	20884	48095	.9197
52	8	75000	130872	104194	26678	1.7450
53	8	75000	58769	38519	20250	.7836
54	8	75000	5256	0	5256	.0701
55	8	75000	34422	31007	3415	.6884
56	2	150000	118371	90184	28187	.7891
57	8	100000	107694	65874	41820	1.0769
58	8	100000	28884	17401	11483	.2888
59	8	75000	15799	15733	66	.2107
60	8	50000	62203	40322	21881	1.2441

表-8.5(2-a) 方法(2)による第2回配分交通量

リンク 番号	道路 種別	リンク 容量	総交通量	第1経路 交通量	第2経路 交通量	混雑度
1	8	50000	23202	17888	5314	.4640
2	8	50000	27262	19284	7978	.5452
3	8	110000	87230	55234	31996	.7930
4	2	120000	91462	61215	30247	.6722
5	8	30000	64951	47591	17360	2.1650
6	8	50000	42332	30884	11448	.8466
7	8	50000	24562	20843	3719	.4912
8	8	50000	37704	21511	16193	.7541
9	8	50000	6071	0	6071	.1214
10	8	110000	146148	86592	57556	1.3286
11	2	120000	125814	92582	33232	1.0485
12	8	80000	114117	93777	50340	1.8015
13	8	100000	47875	30884	16991	.4788
14	8	70000	102102	63931	38171	1.4586
15	8	75000	23676	3006	20670	.5157
16	8	75000	32220	12155	20065	.4296
17	8	75000	25011	15721	9290	.3335
18	8	75000	3239	0	3239	.0432
19	8	110000	48203	24661	23542	.4382
20	2	120000	217972	153507	64465	1.8164
21	8	80000	136868	84627	52241	1.7109
22	8	100000	96853	70635	26218	.9685
23	8	150000	36420	24951	11469	.2428
24	2	150000	110146	78040	32106	.7343
25	2	200000	186345	111132	55213	.8317
26	2	150000	284601	216263	68338	1.0973
27	2	150000	135422	100425	34997	.9028
28	8	75000	30508	19306	11202	.4068
29	8	80000	24198	8151	16047	.3025
30	2	200000	367752	291361	76391	1.8338

表-8.5 (2-b) 方法〔2〕による第2回配分交通量

31	8	80000	212970	120443	92527	2.6621
32	2	100000	98911	74136	24775	.9891
33	8	100000	5287	2534	2753	.0529
34	8	75000	13968	8924	5044	.1862
35	2	120000	107139	73990	33169	.8930
36	2	120000	148801	115119	33602	1.2400
37	2	120000	281881	180235	101646	2.3490
38	8	80000	65735	36427	29308	.8217
39	8	80000	30384	20657	9727	.3798
40	2	70000	152279	88989	63290	2.1754
41	8	100000	27140	15644	11496	.2714
42	2	50000	29158	16807	12351	.5832
43	2	70000	75038	45894	29144	1.0720
44	8	30000	15730	6941	8789	.5243
45	8	75000	32019	23986	8033	.4269
46	8	80000	53075	49361	3714	.6634
47	2	150000	205879	138367	67512	1.3725
48	8	80000	42617	28430	14187	.5327
49	8	100000	77542	40410	37132	.7754
50	8	100000	29523	16740	12783	.2952
51	8	75000	70813	21054	49759	.9442
52	8	75000	132835	105979	26856	1.7711
53	8	75000	56422	36905	19517	.7523
54	8	75000	5015	0	5015	.0669
55	8	50000	32873	30070	2803	.6575
56	2	150000	118563	90323	28240	.7904
57	8	100000	110872	66408	44464	1.1087
58	8	100000	26805	16740	10065	.2681
59	8	75000	14697	14602	95	.1960
60	8	50000	64282	40306	23976	1.2856



表-8.5(3-a) 方法[2]による第3回配分交通量

1	8	50000	24102	13555	5547	.4820
2	8	50000	30756	20393	10376	.6159
3	8	110000	86330	54121	32209	.7048
4	2	120000	92619	62148	30471	.7718
5	8	30000	55560	38647	16913	1.8520
6	8	50000	51348	33340	18008	1.0270
7	8	50000	24847	20289	4558	.4969
8	8	50000	34308	19392	14916	.6862
9	8	50000	8167	0	8167	.1633
10	8	110000	144600	85339	59261	1.3145
11	2	120000	127049	94970	32079	1.0587
12	8	80000	134616	82924	51692	1.6827
13	8	100000	57265	33340	23925	.5727
14	8	70000	94407	59895	34712	1.3487
15	8	75000	26689	2793	23896	.3559
16	8	75000	27881	10864	17017	.3717
17	8	75000	25647	15851	9796	.3420
18	8	75000	3281	0	3281	.0437
19	8	110000	53450	25644	27806	.4859
20	2	120000	217019	151672	65147	1.8085
21	8	80000	121324	74053	46471	1.5166
22	8	100000	107529	76718	30811	1.0753
23	8	150000	36273	24673	11600	.2418
24	2	150000	111220	78453	32767	.7415
25	2	200000	171647	111859	59788	.8582
26	2	150000	281228	221932	59296	1.8749
27	2	150000	147095	105410	41685	.9806
28	8	75000	32109	19303	12806	.4281
29	8	80000	25933	8794	17139	.3242
30	2	200000	375601	299312	76209	1.6780

表-8.5(3-b) 方法[2]による第3回配分交通量

31	8	80000	194164	112630	81534	2.4271
32	2	100000	105879	77389	28490	1.0588
33	8	100000	5281	2534	2747	.0528
34	8	75000	14450	9080	5370	.1927
35	2	120000	105639	74834	30805	.8803
36	2	120000	148622	116930	31692	1.2385
37	2	120000	282255	186777	95478	2.3521
38	8	80000	69371	38791	30580	.8671
39	8	80000	31061	21705	9356	.3883
40	2	70000	139030	80066	58964	1.9861
41	8	100000	27746	16523	11223	.2775
42	2	50000	34899	18055	16844	.6980
43	2	70000	71851	41971	29000	1.0264
44	8	30000	14570	6983	7582	.4857
45	8	75000	32423	24793	7630	.4323
46	8	80000	53972	50890	3082	.6747
47	2	150000	202996	136660	66336	.9111
48	8	80000	46389	29119	17270	.5799
49	8	100000	71237	37123	34114	.7124
50	8	100000	33638	18163	15475	.3364
51	8	75000	68666	20894	47772	.9155
52	8	75000	130667	104188	26479	1.7422
53	8	75000	58626	38155	20471	.7817
54	8	75000	5630	0	5630	.0751
55	8	50000	34609	31201	3408	.6922
56	2	150000	118377	90188	28189	.7892
57	8	100000	104893	63992	40901	1.0490
58	8	100000	31466	18163	13303	.3147
59	8	75000	18022	15942	80	.2136
60	8	50000	59621	38577	21044	1.1924

表-8.6(2-a) 方法[3]による第2回配分交通量

リンク 番号	道路 種別	リンク 容 量	総交通量	第1経路 交通量	第2経路 交通量	混雑度
1	8	50000	23229	17908	5321	.4646
2	8	50000	27365	19316	8049	.5473
3	8	110000	87203	55201	32002	.7928
4	2	120000	91496	61243	30253	.7625
5	8	30000	64676	47329	17347	2.1559
6	8	50000	42597	30957	11640	.6519
7	8	50000	24771	20827	3744	.4914
8	8	50000	37605	21449	16156	.7521
9	8	50000	6133	0	6133	.1227
10	8	110000	146102	88496	57606	1.3282
11	2	120000	125650	92653	33197	1.0488
12	8	80000	143839	93457	50382	1.7980
13	8	100000	48151	30957	17194	.4815
14	8	70000	101875	65006	36869	1.4554
15	8	75000	23766	3000	20766	.3169
16	8	75000	52093	12117	19976	.4279
17	8	75000	25030	15725	9305	.3337
18	8	75000	3240	0	3240	.0432
19	8	110000	48358	24690	23668	.4396
20	2	120000	217944	153460	64484	1.6162
21	8	80000	136412	84339	52073	1.7052
22	8	100000	97167	70816	26351	.9712
23	8	150000	36416	24943	11473	.2428
24	2	150000	110718	76053	32125	.7345
25	2	200000	166501	111154	55347	.8325
26	2	150000	284496	216428	68068	1.8964
27	2	150000	135763	100570	35193	.9051
28	8	75000	30555	19306	11249	.4074
29	8	80000	24248	8170	16078	.3031
30	2	200000	367988	291599	76389	1.8399

表-8.6(2-b) 方法[3]による第2回配分交通量

31	8	80000	212413	120209	92204	2.6552
32	2	100000	99114	74233	24881	.9911
33	8	100000	5287	2534	2753	.0529
34	8	75000	13981	8928	5053	.1864
35	2	120000	107114	74015	33099	.8926
36	2	120000	148796	115251	33545	1.2400
37	2	120000	281897	180431	101466	2.3491
38	8	80000	65843	36496	29347	.8230
39	8	80000	30403	20687	9716	.3300
40	2	50000	151890	88719	63171	2.1699
41	8	100000	27154	15670	11484	.2715
42	2	50000	29331	16848	12483	.5866
43	2	70000	74953	45778	29175	1.0708
44	8	30000	15697	6943	8754	.5232
45	8	75000	32031	24010	8021	.4271
46	8	80000	53101	49406	3695	.6638
47	2	150000	205793	138316	67477	1.3720
48	8	80000	42729	28451	14278	.5341
49	8	100000	77342	40303	37039	.7734
50	8	100000	29658	16786	12872	.2966
51	8	75000	70748	21049	49699	.9433
52	8	75000	132769	105926	26843	1.7703
53	8	75000	56485	36939	19546	.7531
54	8	75000	5036	0	5036	.0671
55	8	50000	32926	30105	2821	.6585
56	2	150000	118557	90319	28238	.7904
57	8	100000	110679	66324	44355	1.1068
58	8	100000	26959	16786	10173	.2696
59	8	75000	14738	14643	95	.1965
60	8	50000	64128	40243	23885	1.2826

表-8.6 (3-a) 方法[3]による第3回配分交通量

1	8	50000	24100	18553	5547	.4820
2	8	50000	30766	20390	10376	.6153
3	8	110000	86332	54122	32210	.7848
4	2	120000	92620	62138	30472	.7718
5	8	30000	55359	38648	16911	1.8520
6	8	50000	51346	33333	18013	1.0269
7	8	50000	24846	20269	4557	.4969
8	8	50000	34305	19392	14913	.6861
9	8	50000	6167	0	8167	.1633
10	8	110000	144603	85341	59262	1.3146
11	2	120000	127052	94971	32081	1.0588
12	8	80000	134612	82932	51680	1.6827
13	8	100000	57263	33333	23930	.5726
14	8	70000	94409	59696	34713	1.3487
15	8	75000	26889	2794	23095	.3559
16	8	75000	27882	10865	17017	.0372
17	8	75000	25647	15050	9797	.3420
18	8	75000	3281	0	3281	.0437
19	8	110000	53451	25645	27806	.4859
20	2	120000	217020	151873	65147	1.8085
21	8	80000	121321	74861	46460	1.5165
22	8	100000	107530	76708	30822	1.0753
23	8	150000	36273	24672	11601	.2418
24	2	150000	111222	78454	32768	.7415
25	2	200000	171146	111860	59286	.8582
26	2	150000	201257	221942	55315	1.8750
27	2	150000	147101	105416	41685	.9807
28	8	75000	32111	19303	12808	.4261
29	8	80000	25935	8794	17141	.3242
30	2	200000	375574	299292	76282	1.8779

表 1-4-2-2 5.51kV 1名用三相配分電算表

31	0	30000	19417	112054	31124	2.4272
32	2	100000	104878	77514	30500	1.0588
33	4	100000	5201	1534	2747	.526
34	8	75000	14450	5080	3370	.1927
35	0	140000	103837	7103	30005	.1403
36	2	140000	174517	110910	31694	1.2383
37	4	120000	221225	136721	35064	2.3523
38	0	80000	60305	3751	30574	.3071
39	2	80000	31011	21700	3550	.3883
40	4	70000	139037	10107	5920	1.5021
41	0	100000	47709	13517	11243	.2777
42	2	50000	34275	13035	13040	.6375
43	4	70000	71005	42371	29833	1.0258
44	0	30000	14570	3101	7501	.4057
45	2	75000	33700	44730	7653	.4320
46	4	30000	51104	10302	3032	.3746
47	0	150000	245011	130000	60343	1.3534
48	2	80000	16386	23119	17217	.1790
49	4	100000	71305	37177	34130	.7131
50	0	100000	55546	13171	15425	.3357
51	2	75000	10375	20034	47705	.3157
52	4	75000	150610	104195	20403	1.7424
53	0	75000	52636	33171	20405	.2818
54	2	75000	5613	0	3618	.0749
55	4	50000	34204	31196	3408	.6121
56	0	150000	113376	90189	21139	.7892
57	2	100000	104981	64002	40119	1.0498
58	4	100000	61384	11141	13243	.3130
59	0	75000	16016	13996	0	.1135
60	2	50000	5703	38633	41065	.5970

表-8.7.12-2, 方法(4)による第2回配分交通量

リンク 番号	道路 種別	リンク 容量	総交通量	第1経路 交通量	第2経路 交通量	混雑度
1	8	50000	50411	25568	24843	1.0002
2	8	50000	45810	5270	10176	1.5093
3	8	110000	110001	47314	32107	1.7275
4	2	120000	115333	34341	50482	1.5631
5	8	30000	27339	728	11721	1.513
6	8	50000	41098	31841	15214	1.4211
7	8	50000	7217	7215	13371	1.7563
8	8	50000	49016	38807	10079	1.5117
9	8	50000	27061	17799	9061	1.5112
10	8	110000	78133	5071	17701	1.7127
11	8	72000	47017	177661	7781	1.9185
12	8	80000	60113	21391	35582	1.7314
13	8	70000	91761	70813	20526	1.9647
14	8	70000	41134	0	41134	1.0019
15	8	70000	17347	0	17347	1.1780
16	8	75000	31304	0	21584	1.2578
17	8	75000	31494	17941	13554	1.4151
18	8	75000	3261	0	3181	1.0437
19	8	110000	36740	15073	11675	1.3432
20	2	120000	116534	177631	70223	2.1380
21	8	50000	53771	21391	37143	1.4317
22	8	100000	111499	17701	40196	1.4150
23	8	150000	32501	34497	15003	1.2634
24	2	150000	135390	77050	46340	1.6126
25	2	100000	151171	109101	46767	1.7109
26	8	150000	126740	131753	85937	1.8449
27	8	150000	175304	125836	49863	1.1700
28	8	75000	36176	15303	31071	1.5717
29	8	80000	52707	8409	24490	1.4100
30	8	200000	501470	274740	22721	1.7124

表-8-7 (2) 方法(4)による第2配分交通量

31	8	60000	135629	100156	34673	1.5954
32	8	100000	150519	103770	46749	1.5059
33	8	100000	7515	2534	4901	.0759
34	8	75000	20696	11051	9045	.2706
35	2	120000	92032	72140	20492	.7719
36	2	120000	142452	111047	31405	1.1871
37	2	120000	430784	160211	70374	1.9215
38	8	60000	27049	38637	29212	.4481
39	8	60000	24312	19681	4906	.3075
40	2	70000	83232	49186	34046	1.1390
41	8	100000	27581	15074	12107	.2796
42	2	60000	61032	47186	21846	1.3006
43	2	70000	55178	26626	28752	.7023
44	8	30000	14588	6561	7037	.4063
45	8	75000	37627	14213	13473	.3045
46	8	60000	23265	47516	7949	.2658
47	2	160000	204165	132064	71301	1.3611
48	8	80000	24848	27710	16132	.3521
49	8	120000	46383	24039	11344	.4638
50	8	100000	75506	51559	23147	.3451
51	8	70000	60104	24273	43511	.4091
52	8	75000	100018	83108	24010	1.4402
53	8	75000	34224	10773	17451	.4563
54	8	75000	12040	1206	10254	.1602
55	8	50000	36635	30175	6456	.7327
56	2	130000	151599	117037	30762	1.0440
57	8	100000	40505	23988	10517	.4051
58	8	100000	55616	33165	22451	.5562
59	8	75000	56262	41815	14447	.7502
60	8	50000	35471	25231	10240	.7094



表-8.7(3-a) 方法(4)による第2回配分交通量

1	2	50000	37462	18300	5974	.4892
2	2	50000	34149	21136	1013	.6830
3	8	110000	89970	53983	31982	.7815
4	2	120000	28937	65679	30250	.7995
5	8	50000	57632	41209	16343	1.1311
6	8	50000	46450	34160	11002	.9290
7	2	50000	54001	31417	1167	.7577
8	8	50000	40491	25245	15346	.9091
9	2	50000	10023	3713	1500	.2005
10	8	110000	15111	76714	35737	1.2044
11	2	120000	146984	103013	31191	1.2247
12	2	200000	121111	37422	47119	1.0080
13	2	100000	55894	18133	17011	.9589
14	8	70000	11656	72130	59320	1.3014
15	2	70000	21133	2454	13039	.2020
16	8	70000	50111	5933	40103	.4117
17	8	70000	26172	16133	10139	.5410
18	2	70000	11140	11140	3140	.0432
19	8	120000	45070	34173	10491	.4037
20	2	120000	225679	191495	7184	1.0107
21	8	120000	124173	73102	50296	1.0122
22	8	120000	103103	71105	29004	1.0381
23	2	150000	57047	34108	14139	.2470
24	2	150000	112110	77776	34714	.7504
25	8	100000	124474	110009	31101	.0174
26	2	150000	183110	409311	7413	1.0111
27	2	150000	141316	104171	31760	.9412
28	8	75000	14130	19300	14824	.3217
29	8	100000	23570	1093	17484	.3197
30	2	100000	304730	30701	71011	.8240

表-8-7 (3-1) 第3回配合重量

31	1	10000	100996	117956	85040	2.5125
32	2	100000	107850	79378	38471	1.0715
33	6	100000	5724	2534	5190	.0572
34	0	75000	15241	9313	5928	.2032
35	2	120000	104569	73405	31084	.3714
36	2	120000	14759	114095	55491	1.2299
37	1	110000	271756	175209	15647	2.2146
38	6	30000	35537	36466	29071	.3192
39	6	10000	29139	20291	1045	.3842
40	2	70000	140500	62753	58217	2.0140
41	8	100000	27228	15543	11683	.2723
42	2	90000	35975	22516	13459	.7195
43	0	70000	71633	43130	28503	1.0233
44	6	30000	16701	6131	8711	.5234
45	8	75000	35010	23811	9189	.4408
46	0	30000	52561	4705	4256	.6610
47	2	150000	208030	137577	1455	1.3733
48	1	10000	40386	26176	11210	.5298
49	6	100000	72577	30769	58801	.7258
50	0	100000	33641	13336	14305	.3364
51	0	75000	70104	21709	48955	.9422
52	0	75000	123557	101107	20545	1.7114
53	8	75000	61705	32778	13947	.6897
54	8	75000	4276	555	5923	.0437
55	8	50000	33315	29857	9418	.4663
56	2	150000	134031	15725	30306	.7402
57	8	100000	18210	76519	31621	.7621
58	6	100000	31561	19189	11160	.3157
59	0	75000	22397	19693	4994	.3013
60	8	50000	59919	37714	21805	1.1904

## 第9章 ネットワークシミュレーションの応用

### §1. 概説

前章までに、道路網における交通流配分解析にネットワークシミュレーションを適用する方法を述べてきた。すなわち、第5章でネットワークに関する基礎理論を述べ、第6章では、デジタル型電子計算機を利用したネットワークシミュレーションの手法を提案した。また、第7章・第8章ではそれぞれ競合路線を考えた場合の解析、混雑度を考慮して交通量配分に容量制約の条件を伴った解析を展開した。道路網における交通流配分の問題については、これまで述べてきた方法でほとんどの問題が解決されるが、実際の解析に際してはなお若干の問題点を残している。

本章では、これまで述べられなかった問題の解明と、ネットワークシミュレーションを道路網計画、地域計画に利用する際の応用方法について述べる。

最初に、第7章の競合問題のところで少し述べたマクロ

道路網の問題と、交差点やインターチェンジにおける方向別交通流解析について、これまでの理論とシミュレーションの手法の適用方法を述べる。ここではマクロ道路網に対しても、交差点・インターチェンジにおける方向別交通流の解析に対しても、単独のリンクを結合させた連結リンク（以下これをマクロリンクという）を用いることで問題を解決している。もちろん、マクロリンクによる道路網と交差点・インターチェンジの交通流解析では、解析手法など細かい点で、若干の差異があるので、おのおのについて解析手法を説明する。

つぎに、このネットワーク・シミュレーションを道路網内の一般的な交通流解析以外に特定の目的をもった解析に利用する方法を述べる。まず新設道路と在来からの道路の競合問題について述べ、同じ考えかたが鉄道から道路への転換交通量推定のにときに利用できることを示す。

さらに、道路網における建設改良の優先順位の決定の問題やバイパスの必要性の検討など、道路網の合理的な構成に関する応用について論ずる。また、路線競合の問題の応用として、交通需要を数種の輸送施設で負担する場合の輸送負担量の推定、将来における輸送シェアに関しての考慮を行ない、このネットワーク・シミュレーションが、鉄道における輸送分担の解

析や大都市における大衆輸送機関利用者の形態の解明に応用できることを示す。

## § 2. マクロ道路網における交通流解析

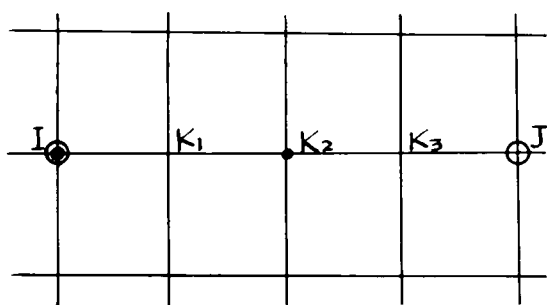
マクロ道路網は、すでに第7章において競合路線間の分散交通の解析のところで簡単に述べた。すなわち、第7章では競合路線の定義に関して、「競合路線となる第2位・第3位の路線は最適路線と経路が大幅に異なるものを取り、ごく局部的に経路変更をするものは競合路線として考慮しない。」と定義する考えかたがあり、この定義にしたがって経路を大幅に変更するためにマクロリンクの概念を導入した。すなわち、数本のリンクを連絡して、それを新しく1本のリンクとし、新しいリンクでは、その両端のノードのみをほかのリンクとの結合点と考えて中間のノードはすべてノードの機能を失くすものとし、これを、マクロリンクと呼んだ。すなわち、マクロリンクで構成された道路網では、マクロリンクの両端のノード（以下マクロノードという）のみが交通の分流、合流できる点となる。

第7章のマクロ道路網の考えかたは、競合路線間の経路

を大幅に変化させる点に主眼点があつた。これは短距離の交通においてはリンクが数個変つた経路間でも大幅な変化になりうるが、長距離交通ではごく一部の経路変更に過ぎないので、普通のリンク、ノードからなる道路網だけでは交通実態に合う競合路線の決定が困難な欠陥を解消することにあつた。

マクロ道路網は、上述の考えかたを拡張して対象地域の道路網の中に長距離交通と局所的な交通とが混在しているとき、長距離交通を幹線道路網で処理させるような計画検討を試みるのにきわめて有効な手段となる。すなわち、長距離交通では、解析対象としてとり上げた道路網の中で評価値が最小の経路に交通配分するよりは、むしろ幹線道路網の中で評価値最小の経路を配分対象にとり上げて、配分シミュレーションを展開させたほうがより交通の実態に適する場合が多い。この場合の幹線道路網はここで述べるマクロ道路網と全く同じものと考えてよい。マクロ道路網の構成は計画者が解析上妥当であると考ええる範囲で、最初になしたリンクを数本連絡して新しいマクロリンクを作ればよい。いま、図-9-1のような道路網の一部をとり上げて  $IK_1$ ,  $K_1K_2$ ,  $K_2K_3$ ,  $K_3J$  のリンクで  $IJ$  区間を1つのマクロリンクとするとき、マクロ

図-9-1 道路網の1部



リンクを  $I^*J^*$  とすれば、式 (9.1) のように定義できる。

マクロ道路網では\*印のついているノードのみが交通流交換ができる場所と考えればよい。

$$I^*J^* = (IK_1) \cup (K_1K_2) \cup (K_2K_3) \cup (K_3J) \quad (9.1)$$

一般には、計画者が幹線道路網の構成を解析に先立ち決定しておけば、マクロ道路網のリンク群を式 (9.2)・(9.3) のように定めて計算機の中に情報を送ることができる。

$$I^* = I(S_i) \quad J^* = J(S_r) \quad \dots\dots (9.2)$$

$$I^*J^* = (I_0K_1) \cup (K_1K_2) \cup \dots\dots \cup (K_{r-1}J_r) \quad \dots\dots (9.3)$$

マクロリンクが定義できれば、第5章、§5で述べたネットワーク理論の定義、最適経路の探索およびその解析手順が一般の道路網に適用できたのと全く同じように、マクロリンクで構成された幹線道路網にもそのまま適用できる。

したがって残る問題は、マクロリンクの道路網上で配分解析を行なわねばならないOD交通を決定して計算機に指令することである。

これはすでに本節の最初で述べたように、長距離交通を

局所的な交通と分離して解析したいという点に基本思想があったので、この両者を分離区別する方法を定めることに帰着する。この方法としては、つぎの2通りが考えられる。すなわち、第1の方法は対象道路網を数個のブロックに分けて、このブロック内の交通は局所交通とし、ブロック間にわたる交通は長距離交通とみなす方法であり、第2の方法は解析対象とする道路網の中でマクロノードを通過する個数がある値以上になるものを長距離交通とするものである。

前者の方法は、ブロック分けをするためどのブロック内でも局所交通と長距離交通を性格づけて分ける長所をもつが、ブロックの境界線付近に発生ノードを有する交通は、ブロック間にわたる短距離の交通が生じやすく、これも長距離交通とされる欠点がある。後者の方法は、この欠点を補なうもので、マクロ道路網の構成さえ計画の基本思想に合わせておけば、長距離交通を解析のねらいと道路網に合わせて任意に決定できる。この方法は、最初一般の道路網で経路探索の解析を済ませてのち、幹線道路網で処理される交通が計算機の判定によって決まる。そのため一見面倒な感じがするが、システム解析として配分シミュレーションを行なうのには、むしろ好都合である。著者はこの見地から通過するマクロノード



の個数によつて長距離交通を分離する方法を採用し、幹線道路網における長距離交通の解析を試みた。この場合の解析手順の概要は、図-9.2のブロックチャートに示した。図-9.2について若干の補足説明をする。図中番号(1)の、一般の経路探索と(4)\*のマクロ道路網における経路探索の2つは、計算機内の処理方法と計算プログラムは同じものである。ただ、長距離交通算定のためマクロ道路網の情報を最初から導入しておく必要がある。(3)の交通量配分と(5)\*のマクロ道路網への交通量配分の2つの解析手順も全く変わらないが、(3)ではマクロOD表作成の機能を有している。

つぎに与えられたOD表の中で、どの交通がマクロ道路網を選ぶかの経路吟味が必要になる。いま、一般道路網における経路探索の結果えられた  $I_0J_g$  間の経路が2つ以上のマクロノードを経過するとき、その両端のマクロノード間では幹線道路網を通過するものとしてつぎのように経路吟味を行なうことができる。まず、経路探索の過程で交通発生点を起点とする経路表が構成される。この表には各ノードごとに、つぎの3つの情報が与えられる。すなわち、

RE ;  $I_0J_g$  間の経路評価値

$K_n$  ; 最終経過点 ( $J_g$  の1つ前のノード)

図-9.2 マクロ道路網の解析手順のブロックフロー

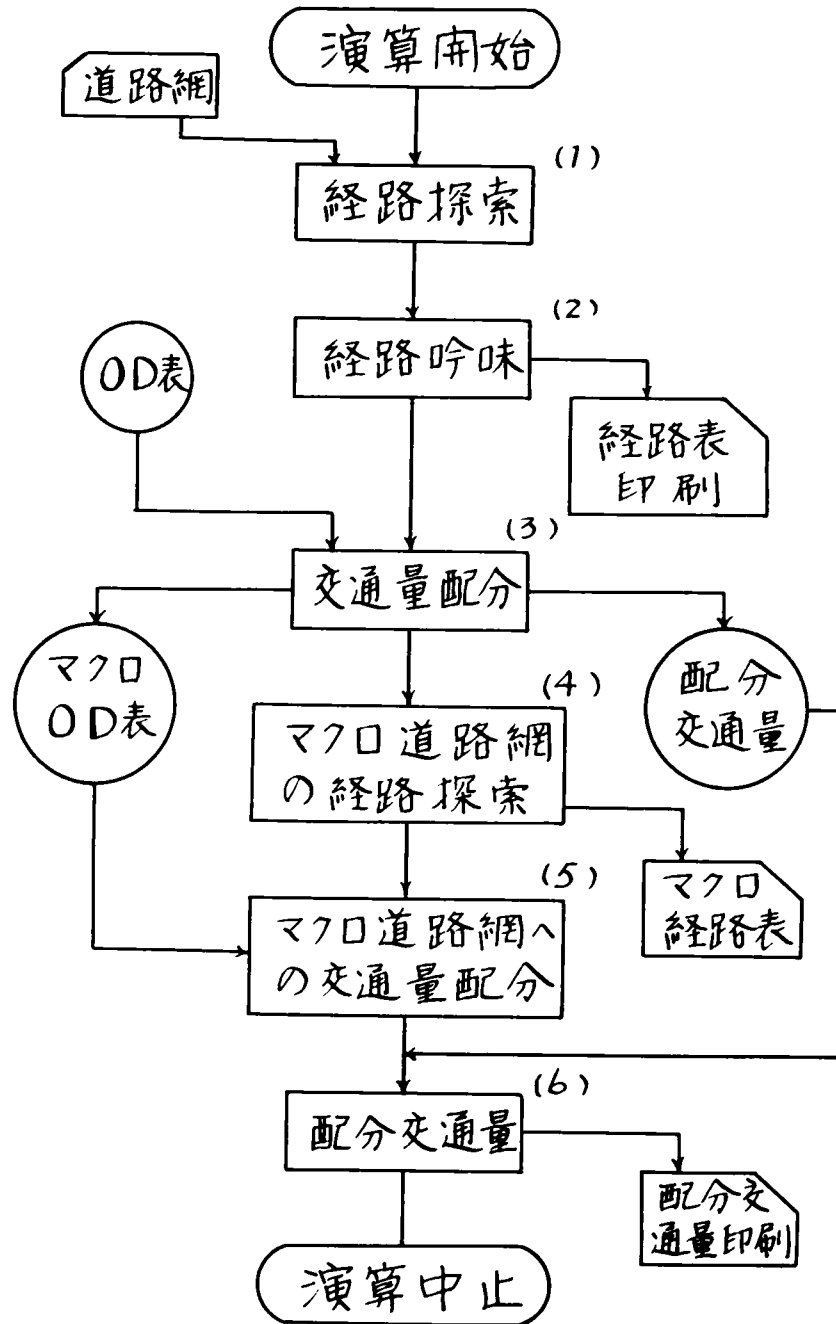
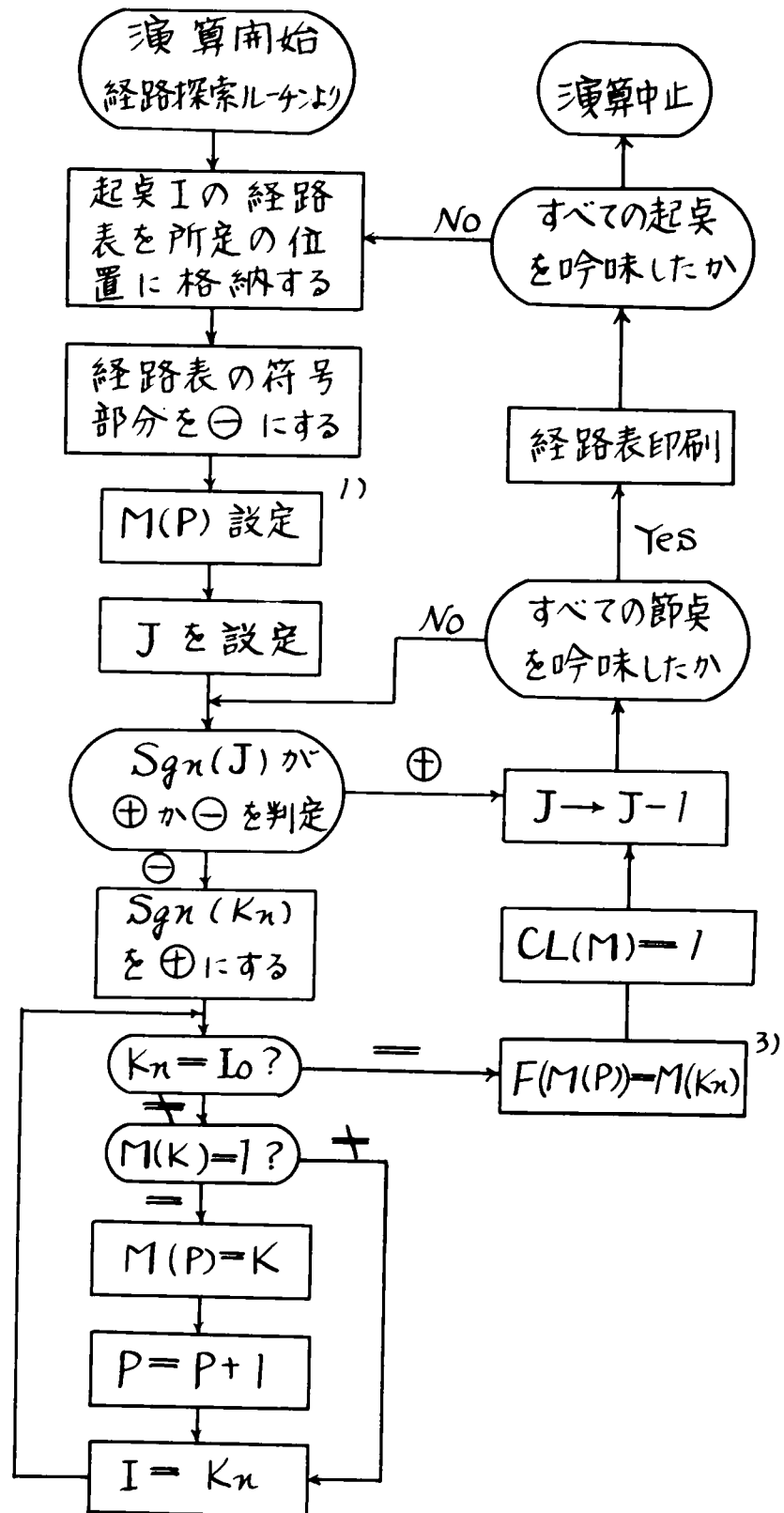


図-9.3 経路吟味のフローチャート



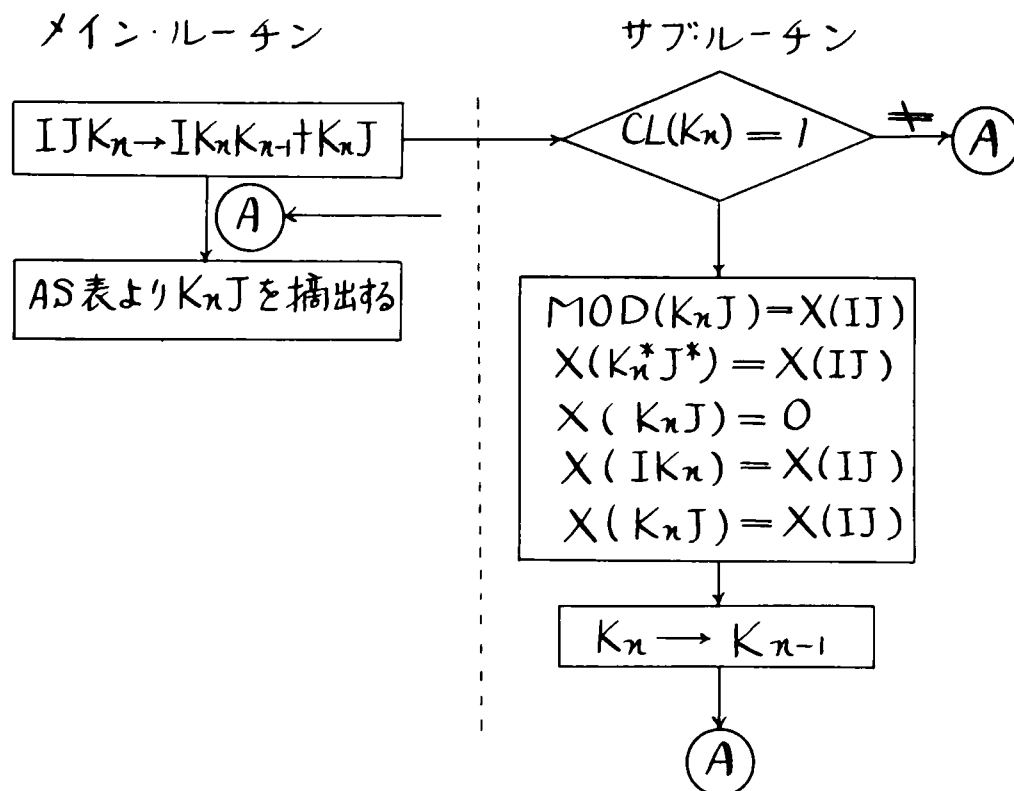
$M(K)$  ; マクロノード指標,  $M(K)-1$  のときマクロノードを示す.  $M(K)=0$  のときは普通のノードを表わす.

この吟味の結果として、マクロ経路表と一般経路表の連結を示す  $RC(K)$  表がえられる。経路吟味のサブルーチンは、図-9.3 に示したが、このサブルーチンは第6章の図-6.13 最適経路探索のフローチャートまたは、第7章の図-7.3 第1・第2経路探索のフローチャートの後に続けて使用できるものである。

交通量配分は、第6章で示した方法によって各リンクに交通量を配分できるが、マクロ道路網を利用する交通については、第1回の経路探索に基づいてマクロ道路網用のOD表を作成しなければならない。これは図-9.4 のサブルーチンを用意して図-6.15 中 (b) の経路表より経路  $IJK_n$  を摘出して、 $IJK_n \rightarrow IK_n K_{n-1} + K_n J$  に分解し、AS表より  $K_n J$  をとり出す前に接続すればよい。

なお、マクロOD表が完成すれば一般の道路網で起点から最初のマクロノードまでの交通量配分を先に行ない、別にマクロOD表とマクロ道路網における経路表によって同じ交通量がマクロ道路網に配分される。その両者を合わせて一連

図-9.4 マクロOD表作成のサブルーチン



の配分交通量が算出される。マクロ道路網における交通量配分のプログラムは、図-6.15がそのまま利用される。

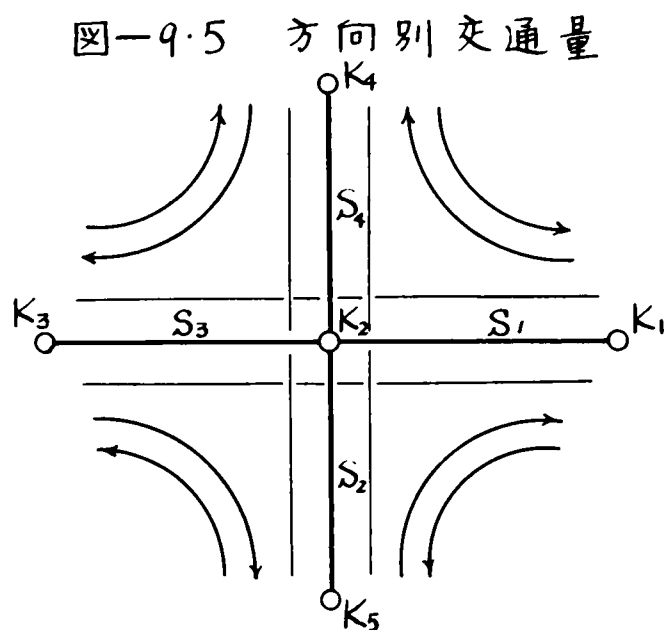
このマクロリンクで幹線道路網を構成する方法は、幹線道路網の格差を2重、3重につけることによって全国的に眺めた国の幹線道路と補助幹線、地方の幹線道路さらには府県、市町村単位の幹線道路と区別することができ、すなわち1番規格の低い道路で一般のノード、リンクを構成し、それから1段上級のマクロリンクを誘導し、そのマクロリンクが

ら、さらに上級のマクロリンクを構成すればよい。この考えかたは、第7章で競合路線探索の論理に探索平面を重ねたのと同じ論理に基づくものである。

マクロリンクに対する配分解析の応用例を、付録として愛知県の道路網における交通流解析に示した。

### §3. 交差点・インターチェンジにおける方向別交通流の解析

交差点・インターチェンジにおける方向別交通流の解析も、これまでに述べてきたネットワーク・シミュレーションを利用して容易に解を求めることができる。<sup>1)</sup> すなわち、図-9.5の



ように交差点やインターチェンジの中心になるノードを連結点として、これに連なる2つのリンクを結合したマクロリンクを導くことによって、方向別の交通流解析を行ないうる。このためには、

解析対象道路網の中で方向別交通流の解析を必要とする交差点やインターチェンジについては、解析に先立って情報を与えておき、一般の経路探索が終ったのち2本のリンクを結合してインターチェンジ用のマクロリンクを作り、このマクロリンクに交通量を配分すれば、交差点・インターチェンジの方向別交通量を算定しうる。この場合、本章、§2.のマクロリンクと相異なる点は、§2.のマクロリンクでは式(9.4)が成立したから、

$$(K_1 K_2) \cup (K_2 K_3) \equiv (K_3 K_2) \cup (K_2 K_1) \quad \cdots (9.4)$$

$$\left. \begin{array}{l} I^* J^* = (K_1 K_2) \cup (K_2 K_3) \\ J^* I^* = (K_3 K_2) \cup (K_2 K_1) \end{array} \right\} \quad \cdots (9.3')$$

式(9.3')から  $I^* J^* \equiv J^* I^*$  となったが、インターチェンジのマクロリンクでは  $I^* J^* \neq J^* I^*$  でなければならない。このため、式(9.4)の右辺と左辺は全く別のものを指示することを定義して計算機に指令しておかねばならない。この理由はリンクの結合順序によって方向が指示されるからである。同じリンク番号で構成されるマクロリンクでも、その結合順序が異なるときは方向が全く逆になることに特別の注意を要する。

交差点・インターチェンジの方向別解析を行なうときは、

図-9.6 (1), (2) に示すようなインターチェンジ用の情報を与

図-9.6

(1) ノード表

符 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		I	S				B	S		M	C	N

(2) インターチェンジリンク表

符 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		S <sub>1</sub>			S <sub>2</sub>			I	A	S		

えるノード表, インター  
チェンジ・リンク表を用意  
すればよい。図-9.6で  
は説明の便宜上、10進  
12桁と、符号1ビット  
の計算機メモリーとして

図示してある。図-9.6

について若干の説明を補足する。まず図中の枠は計算機メモ  
リーおよび演算フィールドの1語を示している。これは情報量  
を貯える部屋で0~9までの数値が入り、その数値でもって  
情報が伝達される。図中、枠の上の数字は桁を表わしており  
、枠中の記号は与える情報の性質を示している。情報の内容  
はつぎのようである。まずノード表については

IS; ノードに関するインターチェンジの結合リンクの情報が  
入っている番地を与える。このノードがインターチェン  
ジでなければ0000となっている。

BS; このノードと結合しているリンクの中で第1番目に格  
納されている番地を示す。

M; 幹線道路網用のマクロノードかどうかの指標



CN; このノードと結合しているリンクの数

G; 交通発生点かどうかの指標

つぎに、インターチェンジ表については、

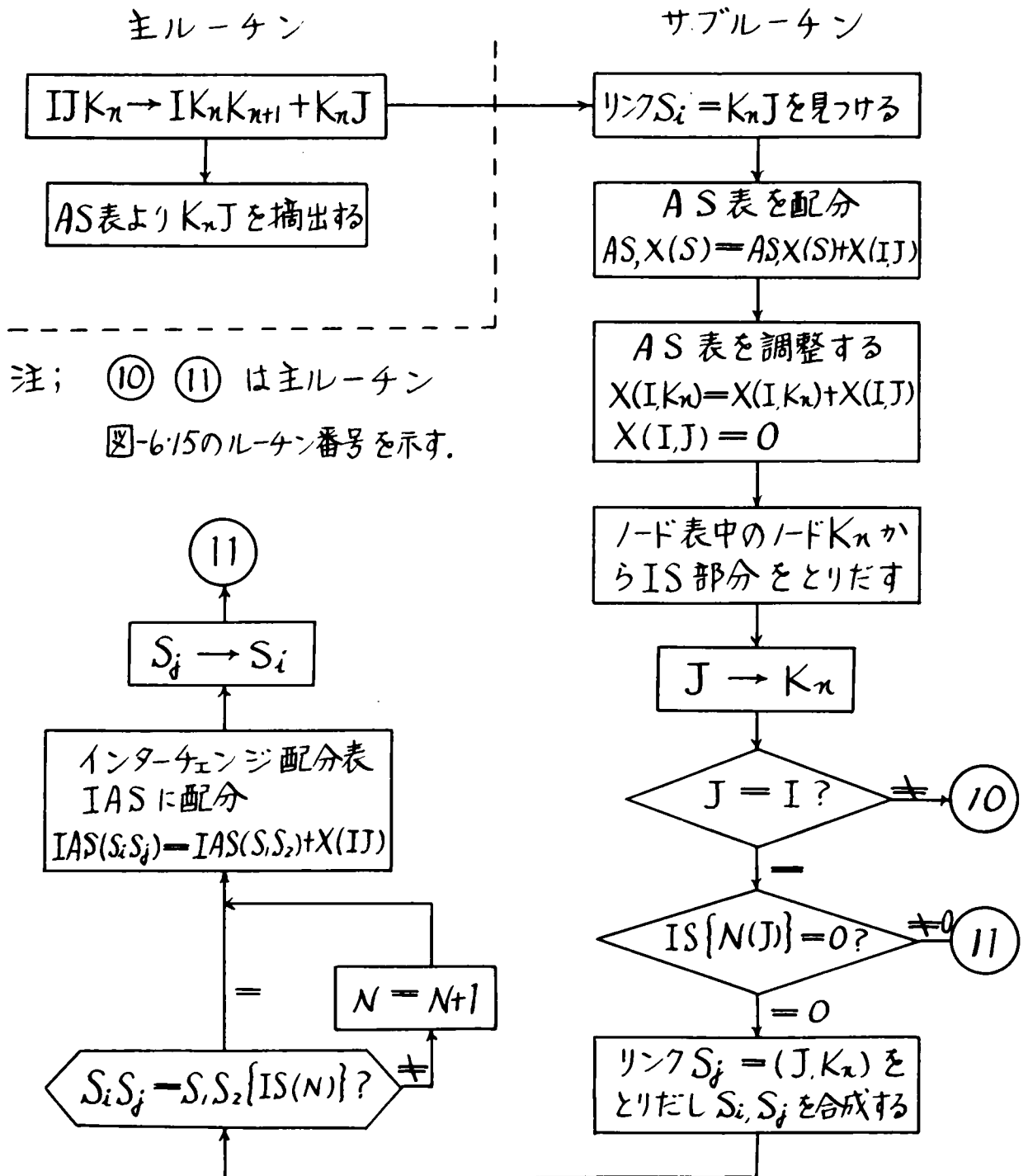
$S_1, S_2$ ; インターチェンジと結合しているリンク番号、この両者を結合して  $S_1 S_2$  の形でインターチェンジ用マクロリンクが形成される。

IAS; この結合リンクの配分量を格納する番地

このほかに第6章、図-6.6に示したリンク表、経路表、OD表、AS表を必要とし、またインターチェンジでの方向別交通量を累加するインターチェンジ配分表（IAS表）をAS表と同じ要領で作成しておけばよい。交差点・インターチェンジにおける方向別交通量算出のサブルーチンは、図-9.7に示すとおりである。なおこのサブルーチンが主ルーチンと結び箇所は、図-9.4と全く同じ点でよい。

なお、右折交通などある交通流線がほかの交通流線と交わる場合の方向別交通流の解析には、評価値に、交差による損失に相当するだけの抵抗値を与えれば、この場合の解析もできる。<sup>9)</sup>

図-9.7 インターチェンジにおける方向別交通流解析のサブルーチン



#### § 4. 新設道路における転換交通量の算出

新設道路における転換交通量の算出は、第7章で述べた道路網の中における競合路線間の分担交通量の解析をそのまま利用して解をうることができる。

これまでの新設道路における転換交通量の算出は、在来道路の所要時間と新設道路の所要時間の比によって転換率曲線を求めておき、新設道路沿線の交通量を予測して全交通量の中で在来道路から新設道路に移行する交通量を、転換率曲線によって算出してきた。さらに進んだ方法として、第5章で述べたL.P.理論を応用した方法<sup>2)</sup>と、星野哲三氏による連立方程式群を解いて新路線の交通量を求める方法<sup>3)</sup>が行なわれている。とくに星野氏の方法では、道路の混雑度を所要時間の関数に導入しているので、局部交通による混雑が転換率に与える影響を含んだ場合の新設道路の交通量が求められる。

著者のネットワークシミュレーションでは、転換率曲線に相当するものとして交通分担率関数を求めているので、これを利用して新設道路に対する在来道路からの転換交通量を算出することができる。

この場合、新設道路が在来道路よりも規格がより高いものであれば、それに応じて評価値関数に変化するわけで、対象とする道路に適合した評価値関数を決定すればよい。なお新路線が旧路線に比べて走行経費・所要時間の節減のみならず路面状態・路側状態の改良によつて、運転者の走行心理や安全性・快適性によい影響を与えるものであるならば、その状態を計量して評価値関数の中に導入すればよい。また、同じような条件のもとで開通した新路線について、転換交通量の調査を行なつて、この分布を統計的に調べれば第7章の式(7.7)・(7.8)における分布関数  $f_1(E_1)$ ,  $f_2(E_2)$  の関数形が決定できるし、同じように式(7.38)における偏倚係数の値を求めうる。

新設道路の転換交通量を求める場合には、新設道路および競合路線となる道路を通過すると予想されるOD交通についてだけネットワークシミュレーションを行なえば十分である。この場合の解析手順は、第7章のプログラム中、経路表・OD表の中で解析に関係のないところを飛ばす指令を計算機に与えるだけで、第7章の解析手段が全くそのまま使用できる。

さらに混雑度を考慮した場合について、新設道路の交通量を求めるには、第8章の手法を導入して在来道路と新設道

路の混雑度による配分交通量の変化をみればよい。このとき在来道路の幅員が狭いで、交通量が多少超過すると、すぐに混雑度が高くなったり交通容量の極限值が生ずるようならば、表-8.3の値を在来道路の状態に適したものに換えればよい。

なお、表-8.3の値が変化すればそれに伴って混雑度—走行速度の関係式が変化するので、幅員狭いや路側状態の劣悪な道路の混雑度による走行速度の低下は評価値の増大となり、混雑による在来道路からの転換交通量が自動的に求められる。

著者の方法によるネットワーク・シミュレーションを利用して、新設道路の将来交通量を算出した例がパシフィック・コンサルタントによって、国道49号線の経済調査に利用されている。<sup>2)</sup>

## §5. 道路網の合理的構成についての検討

ネットワーク・シミュレーションの手法を応用して、道路網の合理的な構成を検討することができる。ネットワーク・シミュレーションでは、道路網の構成を検討する重要な要素について分析を行なえるので、解析結果の中から必要な項目を取り出して

、道路網構成の検討が比較的容易に行なえる。

ネットワークシミュレーション でえられる結果中、道路網構成の検討に役立つ項目を列挙すればつぎのようである。

- (i) 道路網を構成する各区间(リンク)に対する配分交通量の推測ができる。
- (ii) 道路区間配分交通量の中で、その区間を最適経路として利用する交通量および必要に応じて第2位・第3位……第*n*位経路として利用する交通量が予測できる。
- (iii) 各OD交通ごとに経路探索の結果が判明する。この経路探索の結果は、解析の必要に応じて第*n*位路線まで解明が可能である。
- (iv) 各OD交通ごとに最適経路、第2位……第*n*位経路が負担する交通量の割合いが明らかになる。
- (v) 道路網中の各区間の混雑度が計算され、同時に道路容量を超過する配分交通量を算出できる。
- (vi) 混雑度を考慮した場合の配分解析が可能である。
- (vii) 経路探索および交通分担率算定の尺度となるリンク評価値は、走行経費と走行所要時間を金額換算した値を使用してあるので、道路網各区間の走行による損失額(負の便益額)が容易に求められる。

- (viii) マクロリンクの導入によって長距離交通を幹線道路網で処理する解析が可能であるから、長距離交通と局部的な交通とが交通処理方策を異にする場合の基礎資料がえられる。
- (ix) 重要交差点・インターチェンジにおける方向別交通流の解析ができる。
- (x) シミュレーションであるから、一度解析のアルゴリズムとプログラムが確立されれば、道路網の修正・道路規格の変更・OD交通量の修正などが容易に行なえる。
- (xi) このネットワークシミュレーションでは、日交通量の解析を示したが、全く同じ手法で時間的变化を示す場合の、道路網における交通流の解析が容易に行なえる。

ネットワークシミュレーションではこのような特徴を持つので、道路網の合理的構成の検討、建設投資の優先順位、バイパス建設の検討、良好度調査などに広く応用することができる。

まず、道路網の合理的な構成の、初歩的な接近法は、L. P. 理論における目的関数に相当するものとして、交通量と走行損失額の積の総和を最小ならしめるように道路網を構成する方法が考えられる。走行による損失額としては、リンク評

価値が金額表示の走行経費と走行所要時間を採用しているの  
で、経路評価値を走行損失額とみなすことができる。すなわ  
ち、式(9.5)を成立させるような道路網の検討を行えば  
よい。いまMを道路網における総交通損失額とすれば式(9  
.5)として表わせる。

$$M = \min \sum_{s \in S} X(s) \cdot E(X) \quad \dots\dots (9.5)$$

なお、解析の目的によってはリンクの評価値関数を所要  
時間のみの関数に修正して、時間損失の最小な道路網の検討  
も行ないうる。

交通損失の総和を最小ならしめる道路網は、道路網計画  
の基本的な姿勢であるが、実際には建設投資額の制約と技術  
的な諸条件によって、必ずしも式(9.5)の道路網を計画す  
ることが最良の方策とはいえない。むしろ式(9.5)が成立す  
るような道路網が、限られた建設費と技術的な制約条件のも  
とで成立することは稀である。ゆえに建設費に制限のある場  
合は、建設投資の効果を最大ならしめる道路網計画をするほ  
うがより实际的であるといえる。この場合には、現存する道  
路網と建設可能な計画道路網に対して交通流解析を行ない、  
両者の総交通損失の差と、建設費(用地費、利子、雑費を含  
む)の比率を算出して、建設投資の効果が最大となるような



道路網計画を策定することが必要である。いま、 $B$ を建設投資効果とし、現存する道路網に対する計画年度の配分交通量と評価値を  $X(S^*)$ ,  $E(S^*)$ 、計画道路網のそれを  $X(S)$ ,  $E(S)$  とし、計画道路網完成までに要する建設費を  $Y$  とすれば、式(9.6)を指標にして道路網の建設順位を決定することができる。

$$B = \max \left\{ \frac{1}{Y} (\sum_{S^* \in S^*} X(S^*) \cdot E(S^*) - \sum X(S) \cdot E(S)) \right\} \quad (9.6)$$

この最適解を無数の計画道路網の中からシミュレーションで見つけたことは容易でないが、経済的・地形的な制約条件がある場合は、技術的に計画路線が限られるので、それらを順次解析することによって計画案中最良の案を選出することは容易である。

この場合、シミュレーションの強みは道路網の修正、道路規格の変更がきわめて容易なことであり、解析結果が完全に打ちだされている場合には、道路網の修正による交通流の変化を手計算によって追跡できる点である。また計画案があらかじめ数種あるときは、全計画路線を解析の入力データの中に入れておき、当面必要のない場合の解析には交通容量に零を代入すれば混雑度・評価値が無限大となり、その区間が閉鎖

されたものとして解析を行なうこともできる。

つぎに計画道路網中で、特定路線の建設によって通行車が受ける経済的便益を検討することも容易に行なえる。これには解析対象とする路線を除いた道路網の総交通損失額を、式(9.6)の  $\sum_{S \in S^*} X(S^*) \cdot E(S^*)$  に相当させ、特定路線を含んだ計画道路網のそれを  $\sum_{S \in S} X(S) \cdot E(S)$  とすれば、式(9.6)を使用して解析が可能となる。また、特定路線の建設による経済効果を比較するためには建設費  $Y$  の代りに、単位距離当りの建設費  $y$  を使用すれば、どの路線に対する建設投資が最も効率的であるかが判定できる。

同じ手法をバイパス建設の可否の検討にも応用できる。この場合は、バイパスを建設する場合と建設しない場合、バイパスを建設する場合とバイパスの代替として現道の改良を行なう場合に分けて解析を試みれば、バイパス建設の効果が算定できる。また単位距離当りの建設費を使用し、計画バイパスについて効率の高い延長距離の算出もできる。

リンクの評価値を道路の規格・種類別に変化させて、上述の検討法を適用すれば建設投資の効果が高い道路規格を選定できる。

ここで注意を要するのは、道路網の合理的構成とは必ず

しも経済的な投資効果のみで論ぜられない場合がしばしば存在することである。すなわち、道路建設には輸送あい路の解消と、地域開発のための先行投資的な建設があり、この両者では建設に対する優先順位の算定基準が異なってくるのは当然である。先進地域や後進地域でも開発効果の大きいところでは、上述のような建設の投資効果を中心に優先順位を定めるが、開発効果のあまり期待できない地方では、その地方の住民の生活基盤を確保するだけの道路整備を必要とする。<sup>6)</sup> この場合にもネットワークシミュレーションは応用できるが、その解析の立場は、生活の行動半径がネットワーク上でいかに構成されるかを中心に検討すべきであろう。

ネットワークシミュレーションは、道路の経済的な面から眺めた建設順位の決定に応用されるほか、道路網の良好度調査にも応用できる。この場合には、評価値関数を走行経費、走行時間から道路良好度に変換して良好度評価値関数を作成しておき、ネットワークシミュレーションを利用して道路網の良好度調査を行なう。

### § 6. 交通機関別輸送負担量の解析

これまで述べてきたネットワークシミュレーションは、道路網における交通流解析のみでなく、輸送機関相互の交通分担の解析にも応用できる。たとえば貨物輸送における鉄道・道路間の輸送分担の問題や、大都市の通勤・通学・買物などの人の動きに対する高速鉄道・バス・路面電車・自動車などの交通需要の変化を予測する場合にも応用できる。<sup>7)</sup>

鉄道・道路における貨物輸送量分担の問題について簡単に解析方法を述べればつぎのようである。

まず、解析対象としている地域について、輸送解析の対象となる鉄道・道路の路線で交通網を構成する。この交通網は、鉄道における分岐駅・終端駅と道路における路線分岐点・重要な交差点をネットワークにおける一般のノードとし、貨物発着のある地点を交通発生ノードとして、交通網の疑似模型を作成する。つぎに鉄道と道路が互いに貨物交換のできる地点を選んで、これを交換ノードとする。この交換ノードには、リンクと同じように容量と評価値を与える。この理由は交換ノードでは、貨物の積み降し・積み換えなどに要する時間と経費、さらには取り扱いの難易を評価値として表わし、その地点における物資流動の抵抗に対する尺度とする。また容量についても、駅における貨物積み降しの能力や駅の大き

さなどを入れて通過貨物量を規制する。ノードに評価値と容量を導入することは、交換ノードだけでなく交通発生ノードや鉄道の駅に相当するノードにも適用してよい。適用の方法は都市高速道路における料金徴収所と同じように、交換ノードではノードを2個重ねておき、この間をつなぐ架空のリンクに評価値および容量を与えれば、第6章以降で述べたネットワーク・シミュレーションがそのまま適用できる。

経路選択と輸送分担率を決定するものは評価値関数であるから、貨物輸送の実態に適した評価値関数を確定する必要がある。このためには、輸送貨物を品目別に区別して評価値関数を決定する必要がある。貨物によつては、生鮮食品や生花のように鮮度が価格を左右するものもあるし、砂利・石炭のように運賃負担力の弱い貨物もあるので、評価値に影響を与える要因をすべて調査し、輸送貨物ごとにこれらの要因の係数を回帰分析によつて定めることが肝要となる。

回帰分析の結果、評価値が定まれば輸送貨物の品目別にネットワーク・シミュレーションを行なつて、各輸送経路が負担すべき輸送量を算出することができる。輸送施設の容量に制限があり、しかも輸送貨物量が容量を超過するときは、貨物の時間評価率・運賃負担力によつて優先順位を定め、輸送経路を決

定できるか、解析の目的によってはそのまま滞貨量としておき、ネットワークシミュレーションを行なうこともできる。

著者は中部地方の貨物輸送における鉄道・道路の輸送シェアの距離別の変化を知るために、輸送分担割合いを輸送距離だけの関数として調査したが、これも貨物輸送分担率を解析するごく粗い評価値と考えることができる。この分析方法はつぎのようである。

- (i) 貨物の品目分類は、通産省の産業業種別中分類で行なった。
- (ii) 資料は建設省が、株式会社電通に依頼して行なった工場別聞き込み調査の資料を用い、入荷・出荷別に分けて分析を行なった。
- (iii) 資料は貨物品目ごとに、輸送負担率(D)を距離(L)の関数として分析してみると、Lの変化に対してDの値の変動が大きくて安定した関数関係が見出せないのもので、距離Lを指数的に変化させ、かつ移動平均法を用いて資料整理をした。
- (iv) その結果、鉄道の輸送負担率はある距離以上に達すると、貨物品目ごとに成長曲線関数に近似して増加することが判明した。いま、鉄道側の輸送負担率を  $D_1$  とお

けば、式(9・7)のように表わすことができた。

$$\left. \begin{array}{ll} L \leq A \text{ の場合} & D_i = C \\ L > A \text{ の場合} & D_i = \frac{K}{1 + a e^{-bt}} \end{array} \right\} \dots\dots (9 \cdot 7)$$

ただし、 $t = \log_{10} L$

ここで  $C \cdot A \cdot a \cdot b$  はパラメーターであり、貨物品目別に回帰分析によって決定される数値である。この結果を表示したものが、表-9・1である。

全く同じようにして、大都市における大衆輸送機関の輸送形態を決定することに、ネットワークシミュレーションが応用できる。<sup>8)</sup> すなわち、高速度鉄道・バス・路面電車などの路線網をネットワークとして組み、各輸送機関の停車場をすべて交通発生ノードとし、乗り換えのできる停車場を交通発生点と交換ノードの重なった点とする。人の動きを別途に調査しておき、これから人の輸送OD表を作成すれば、このOD交通ごとに最適経路と競合経路が決まり、そのOD交通の性格(通勤・通学・買い物など交通の目的別の区別と利用者の運賃負担力と時間価値率など)によって経路を選択する評価値関数を与えることができる。このとき交通機関別の輸送能力、運賃、運転回数と運転系統さえ決定できれば、輸送機関別、経路別の輸送需要量を推定することは容易である。

表-9/1 貨物品目別距離による輸送負担率の分析パラメータ表

## (1) 東海地方

産業業種名	定数	A		K		a		b	
		出荷	入荷	出荷	入荷	出荷	入荷	出荷	入荷
食品	50	50		72.3	84.9	4.16	5.32	3.72	3.76
繊維	50	100		86.9	170.8	27.67	17.98	4.00	2.30
パルプ紙加工	10	10		244.4	147.7	23.44	5.71	1.33	1.13
化学	10	10		138.1	97.7	11.01	9.85	1.57	3.44
窯業	10	10		91.4	119.3	90.49	58.69	4.10	2.68
鉄鋼	30	30		151.5	99.7	49.50	12.29	2.89	3.62
機械	50	100		107.6	93.4	6.17	5.68	1.81	5.00
電気機械	50	50		80.0	69.3	79.00	12.86	4.15	4.03
輸送機械	50			80.0		14.20		3.17	
印刷関連	100			104.1		.79		2.38	
精密機械	200			110.3		54.15		6.72	

## (2) 北陸地方

産業業種名	定数	A		K		a		b	
		出荷	入荷	出荷	入荷	出荷	入荷	出荷	入荷
繊維	30	30		93.3	69.7	1.82	10.22	2.12	3.42
パルプ紙加工	10			102.0		59.00		3.99	
化学	30			107.4		3.13		2.07	
機械	50	30		101.4	154.0	58.64	9.28	5.08	1.43
鉄鋼	10			85.4		20.36		4.10	
金属	50			130.1		64.05		3.60	
輸送機械	50	50			104.6		33.86		3.72



また、その応用として運転系統が変化したときの輸送形態の変化、路面電車撤廃による代替輸送機関の決定なども、ネットワーク・シミュレーションを利用して容易に行なうことができる。

## § 7. 結語

本章では、ネットワーク・シミュレーションの特殊な場合の解析方法と、応用問題の適用分野について述べた。

まず最初に、長距離交通を局部交通と分離して、幹線道路網で負担する場合の配分解析の方法について論述した。これは普通のリンクを数個結合したマクロリンクの概念を解析に導入することによって解決できることを述べ、その場合の解析手順とプログラム上の問題点について論述した。

続いてインターチェンジや交差点における方向別交通流の解析にも、交点の中心になるノードをはさんで2つのリンクを結合するマクロリンクを考えれば、前述の幹線道路網の解析と同じように、インターチェンジや交差点における方向別交通量の解析ができることを示した。

つぎに、ネットワーク・シミュレーションの適用分野とその応用方

法を展開した。まず新設道路の転換交通量の算定には、第7章の競合路線間の交通量の分散解析の方法がそのまま応用できることを示し、その場合注意事項として評価値関数を実際の交通状態に適合するように決定することが必要であることを指摘した。さらに道路網の合理性の検討を行ない、道路の建設順位の決定に関する考察とバイパス建設の必要性の問題についても論じた。

また、ネットワークシミュレーションは道路網における交通解析だけでなく、一般の輸送問題にも適用できることを示し、その例として、貨物輸送における鉄道・道路の輸送負担率決定の問題と、大都市における大衆輸送機関の輸送形態の予測に応用できることを明らかにした。

## 参 考 文 献

- 1) 毛利正光、西村昂； 道路中間点にノードを考えた交通量配分計算について、土木学会第19回年次学術講演会講演概要、1964. PP. IV-7.
- 2) 佐佐木綱； 道路網における輸送計画について、第4回日本道路会議論文集、1957. PP. 43~46.
- 3) 星野哲三； 道路網における交通量配分の理論I, II, 道路, 1963 4, 5. PP. 281~290, PP. 377~391.
- 4) 東北地建、北陸地建編； 1級国道49号線経済調査報告書、1965.
- 5) N.A.Irwin and H.G.Von Cube; Capacity Restraint in Multi-Travel Mode Assignment Programs, Highway Research Board Bulletin 347, 1962. pp. 258 - 299.
- 6) 本間章、渡辺恭平； 道路工事着工の優先度測定法について、第7回、日本道路会議論文集、1964. PP 17~20.
- 7) D.M.Hill and Norman Dodd; Travel Mode Split in Assignment Programs, Highway Research Board Bulletin 347, 1962. pp. 290 - 301.
- 8) R.R.Bartelsmeyer; Factual Data for Urban Transportation Planning, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Vol. 85, Highway Division No. 4, 1959. pp. 55 - 60.
- 9) J.A.Wattleworth and P.W.Shuldiner; Analytical Methods in Transportation, Left-turn Penalties in Traffic Assignment models, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Vol. 89, Engineering Mechanics Division, No. 6, 1963. pp. 97 - 126.

## 第10章 結論

本研究の目的は、輸送需要の変化に応じた合理的な交通網の構成を検討し、実際の交通網計画の策定に有用な方法論を確立することにあつた。とくに道路網に関しては自動車交通の成長性が大きいことと、経路選択に自由性があることに注目して、道路網を有機的な網構成と考えて、その中における交通流の解析を行ない、需要の変化に対応して均衡のとれた道路網計画を策定する実用的な方法の検討と、その基礎になる理論を確立し、さらにその解析の手段としてシミュレーションの実用化を目的とした。

これらの問題を解決するために、本研究ではまず第1章で、わが国の道路交通が直面している問題点を論じ、道路網計画策定の具体的な方法論確立の必要性を唱えた。すなわち

、道路網の合理的な計画には、交通需要の予測、道路網上における交通流の理論的研究、将来交通形態の決定と計画道路網の検討という3段階の分析が必要であるとの構想のもとに、道路網策定の基礎となる交通流の配分解析を、つぎの過程

にしたがって展開するのが妥当であると考え、本研究における全体の構成を明らかにした。

- (1) 道路網計画の基本的な問題の分析
- (2) 交通需要推定の方法
- (3) 交通形態の想定
- (4) 交通流配分理論の展望とネットワーク理論
- (5) 電子計算機によるネットワーク・シミュレーション
- (6) 競合路線を考慮した場合の交通流配分
- (7) 交通容量を考慮した場合の交通流配分
- (8) ネットワーク・シミュレーションの応用
- (9) 実際の道路網計画における適用例

第2章では、道路交通の特性を分析・検討し、道路交通が輸送行為の中に示す柔軟性と高速性をあわせ持つ特性が、他の交通機関にないすぐれたものであることを述べて、その整備が地域社会や市民生活向上に不可欠なことを指摘した。また、道路交通が直面している問題点を自動車の増加に対する道路整備の不均衡、道路と自動車の技術革新のズレ、緩速車類との混合交通、交差点・駐車場・ターミナルなどあい路拠点の存在の4点にまとめて、これら問題点の解決方法を提案した。

第3章では、道路網計画の最も基礎的な問題である交通需要の推定について、方法論を中心にその特徴や適用方法を述べた。すなわち、関数モデル法、原単位推定法、産業連関分析の応用による推定法を中心にモデル式の構成方法とパラメーターの決定方法を展開し、各推定方法についてどの場合に適用するのが望ましいかを論じた。

第4章は、交通形態想定作業について述べた。すなわち、ゾーン相互間分布交通量の推定、推定分布交通量と発生交通量との間の誤差の収束計算、ゾーン間分布交通量からノード間OD交通量への変換の3段階に分けて、方法論と特徴を論じ、第3章とあわせて交通需要予測に実用的な接近法を示した。

第5章では、交通需要の量と形態が推測できたときに、道路の各区间にどれだけの輸送負担量が生ずるかをあらかじめ予測する解析を、交通配分の解析と稱して、その基礎的な理論を展開してある。まず、従来までの交通配分の理論としてリニヤール・プログラミングの応用と、競合路線を先決して連立方程式により解を求める方法があるが、道路網上の交通の流れは自動車交通の柔軟性から、経路選択の自由性と1組のOD交通量が数本の経路に分流することを重視して、これ

をネットワーク内に生ずる流れと考え、電子計算機を利用して経路探索と交通流の分流現象をシミュレートさせる方法を提案し、その解析の基礎理論として集合論を用いて道路網の定義を行ない、さらにネットワーク理論を交通流解析に導入して経路探索の理論を展開した。

第6章は、前章までに展開した理論によるシミュレーションをいかに電子計算機で行なうかについて具体的な手順を示した。すなわち、電子計算機内における道路網の再現方法と、OD交通量の導入方法を提示し、ついで、このシミュレーションにおける経路選択と、交通分担率の判定尺度となる評価関数の算出に関して、交通工学的立場から走行車両の安全・快適性・燃費・所要時間とから決定する方式を試みている。またこの評価関数を用いて、実際に電子計算機によって最適経路を探索する場合のアルゴリズムとプログラムを提示した。

第7章では、交通流配分のシミュレーションに、制約条件として交通流の分散現象を入れた場合の解析について述べた。すなわち、前章までの配分シミュレーションでは、道路や交通条件に全く制約条件がないものとして解析を進めたが、実際には経路選択に対する個人差があり、各OD交通は数

経路に分散して流れる。この現象をシミュレーションで表現するために、競合路線の定義と探索方法について、第5章で用いた集合論による定義とネットワーク理論による経路探索法を拡張し、競合路線を含んだ場合の解析方法を確立し、その定義と条件を計算機に導入する手順を明示して、競合路線間における交通流配分シミュレーションの方法論を具体的に展開した。

また、名古屋市の幹線街路網を例にとって計算を試み、実際の観測交通量との比較検討を試みて、この解析の結果が実際の交通流の分散現象をよく再現していることを検証した。

第8章では、交通混雑による制約条件を導入した場合の解析について述べた。第7章までの解析では、経路評価値は混雑度には無関係に走行速度の関数として計算されてきたが、実際には走行速度は道路の混雑度によって大きな影響を受ける。この章では、この点を配分解析に導入して混雑度による配分交通量の修正方法について述べた。さらに、混雑度による修正配分計算だけでは収束が十分でない場合の解析について、道路網全体の混雑指数を修正計算の指標とする場合と、リンクの容量を越える交通量を指標として修正配分交通量



を収束させる方法を明らかにした。ただ、容量制限をフィードバック修正によらず、経路選択のときに同時に解決する方法については未解決の問題を残した。

第9章では、ネットワーク・シミュレーションの特別な場合の解析方法と応用問題の適用分野について論じた。まず、長距離交通と局部交通を分離して、長距離交通を幹線道路網で負担する場合の解析方法と、インターチェンジや交差点における方向別交通流の解析が、マクロネットワークの概念を導入して可能になることを明らかにした。ついで、このシミュレーションの適用分野とその応用方法について述べた。すなわち、新設道路の転換交通量の算出、道路網の合理性の検討、道路の建設順位決定に関する考察とバイパス建設の必要性の問題にも応用できることを述べて、この方法が道路網における交通配分解析のみならず、貨物輸送における鉄道・道路間の輸送負担率決定の問題や、大都市における大衆輸送機関の輸送形態の予測に用いて有効な方法であることを論証した。

本研究の特色は、ネットワーク理論の導入による道路網上の交通流配分の理論と、その電子計算機によるシミュレーションによって、交通流の配分解析が比較的容易に、しかも

競合路線間の分散現象や、容量制限を伴った場合の交通流現象の再現を効果的にまとめえた点にある。このネットワーク理論の導入と電子計算機シミュレーションの方法論の確立によって、道路網計画策定の合理的な検討が実用化され、道路網計画が、単に土木工学の技術的な観点からだけでなく、社会経済的な立場から合理的に策定できるように、この分野の研究を一步前進させることができたと確信する。

交通需要は、今後も質・量とも向上の一途をたどるものと予想されるので、交通需要の変化に応じて今後も新しい施設、施策が要求されるであろうが、交通問題を単に、一輸送手段、一輸送系統として解析することは、もはや陳腐化した方法論であり、有機的な輸送網としての解析を、常に計画者は心掛けねばならない。著者がこの研究で展開した理論と手法はその緒をなすものであり、まだ残された研究課題も多い。

とくに地域計画・都市計画と交通工学とが結合した交通輸送計画の学問的体系の確立は、今後に残された大きな研究課題である。

## 付録 愛知県の幹線道路網における 交通量配分と道路網計画の検討

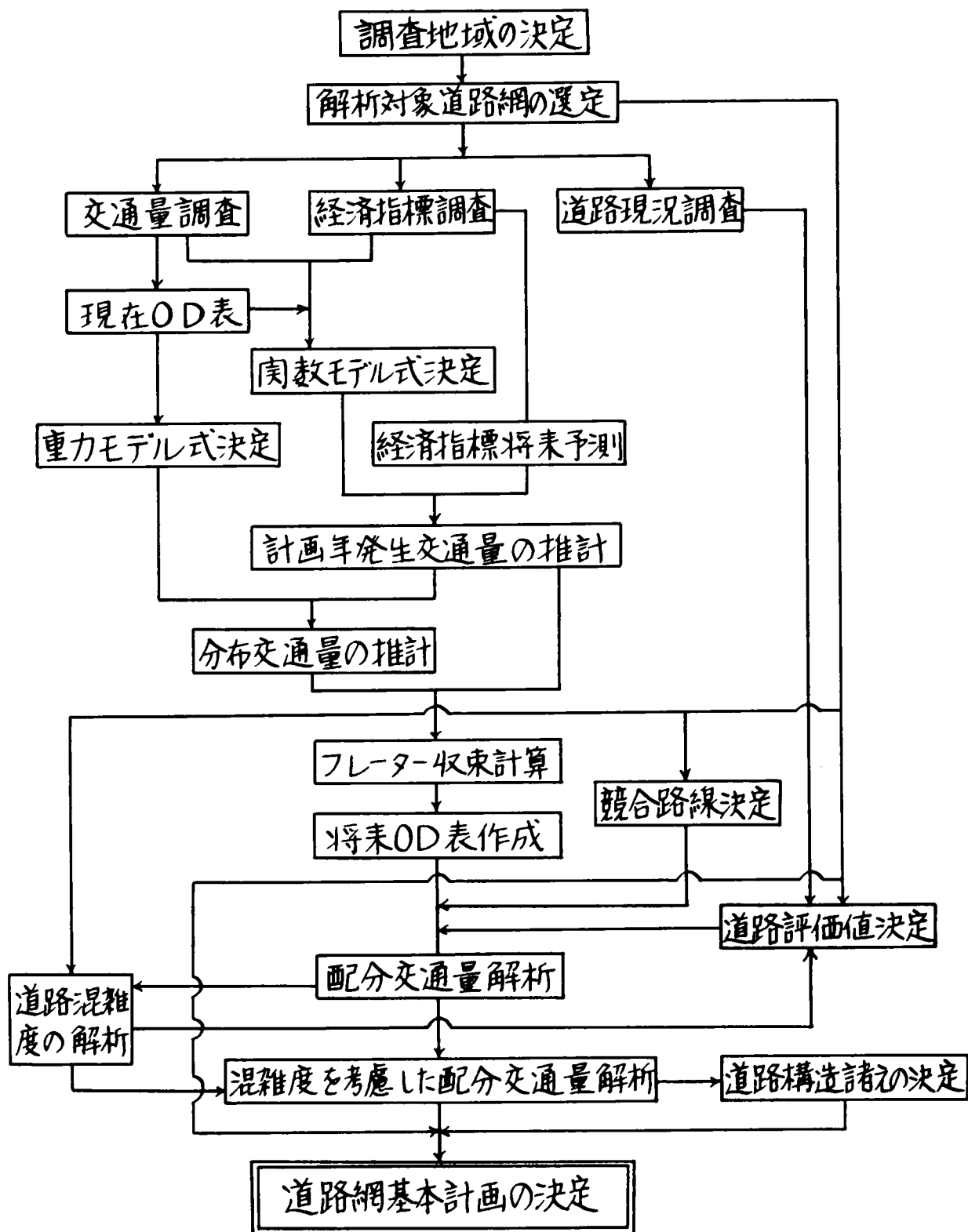
### § 1. 概説

著者が本文において展開してきたネットワーク・シミュレーションによる交通量配分の実証例として、愛知県内の幹線道路網をとり上げ解析を試みる。解析は、本文の第3章から第9章までに示した理論とシミュレーションの手法にしたがって進める。解析順序の概略を示せばつぎのようである。

- (1) 解析対象道路網の決定
- (2) 将来OD交通量の推定
- (3) 交通流配分の解析
- (4) 解析結果と道路網基本計画の検討

解析の各項目について、相互の関係をブロックチャートで図示すれば、図一付録・1 のようである。

図-付録-1 愛知県道路網計画作業流図



## § 2. 解析対象道路網の決定

解析に先立ち、調査地域と解析対象道路網をつぎのように決定した。

### 〔1〕 調査地域

調査地域は愛知県下全域として、調査外地域との境界線を貫通する道路には、コードンステーションを境界線上に設ける。

### 〔2〕 解析対象道路網

県内の高速国道、自動車専用道、一般国道、主要地方道の全路線と交通解析上きわめて重要となる若干の一般県道、市道を解析の対象道路としてとり上げ、道路網を構成する。解析対象道路網になった路線は、現存する道路の規格を調査して設計速度、幅員、交通容量を決定するが、年次計画で改良計画が進められているところは、計画線の規格を資料に採用した。また、名古屋中心の道路網計画として欠くことのできない名古屋外環状線、名古屋都市高速道路は解析対象路線として含めた。なお、主要地方道のうち、現在線が極端に貧弱で具体的な改良計画のない路線は対象道路から除いた。

全解析対象道路網を図示すれば、図一付録・2、図一付録

3のようになる。図中の番号はノード番号を示している。道路網構成ノードの地名を表示すれば、表一付録1のようになる。

### [3] 道路網におけるノード、リンクの構成

対象道路網が決定すれば、その交点、インターチェンジはノードとなる。またノード<sup>\*1</sup>には含まれた道路区間がリンク<sup>\*2</sup>になる。ノード、リンクとも一連番号をつけ、数字表示で道路網を構成できるようにする。交通発生点になるノードは、ODノード<sup>\*3</sup>として一般ノードと区別する。解析対象道路網の規模はつぎのようである。

ノード総数 220

ODノード数 170

リンク 総数 218

### [4] 規格分類

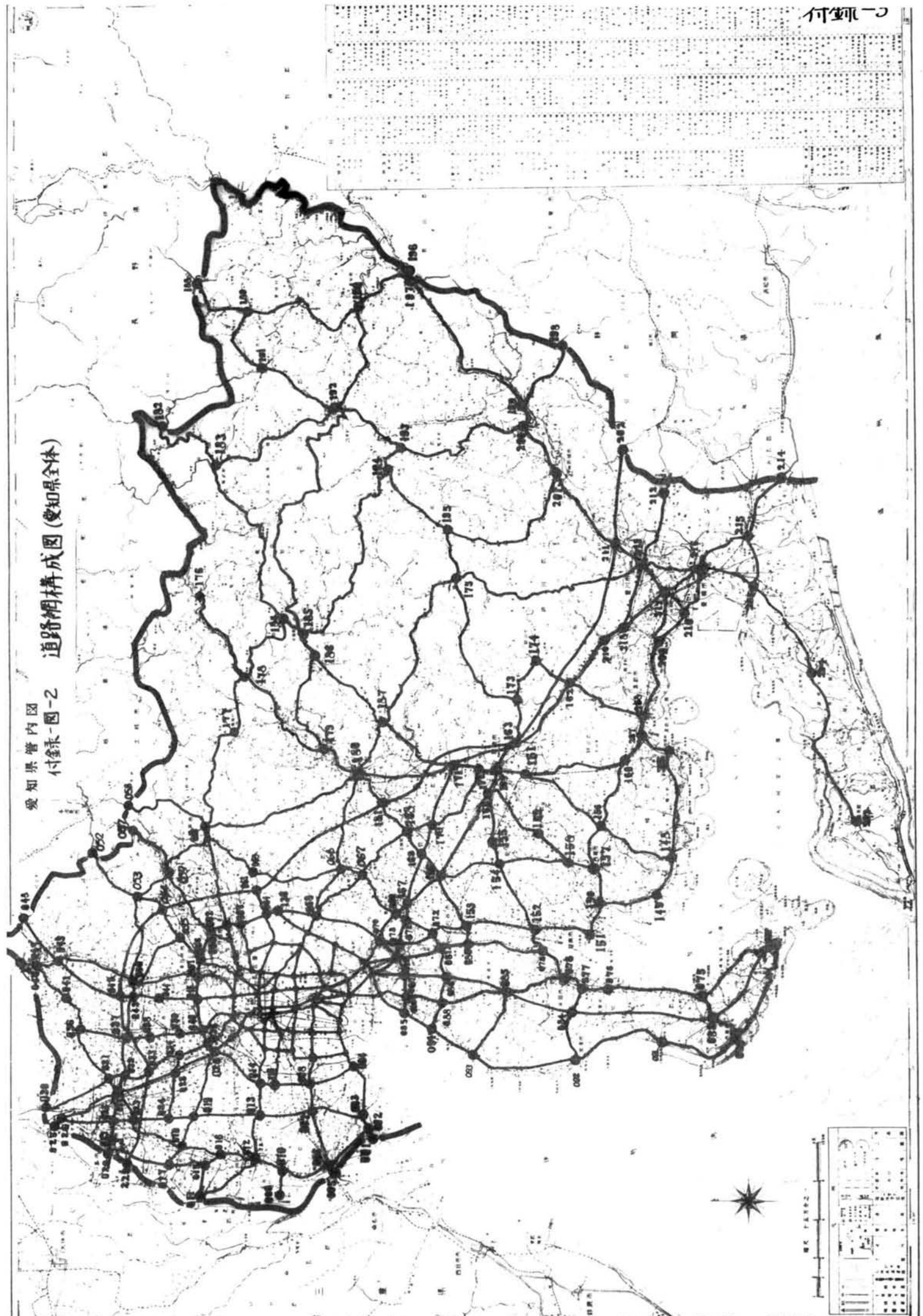
解析対象道路は、高速国道から一般県道・市道まで多種多様な道路を含むので、それを分類して数種の規格にまとめる必要がある。この解析では、計算機の効率的な利用の見地から評価値関数を9種類までに収める必要が生じたので、つ

---

※1;ノード、※2;リンク 第5章交通流配分理論 §5 ネットワーク理論の交通解析への導入, P105.

※3;ODノード 第6章電子計算機によるネットワーク・シミュレーション §3 計算機内における道路網の再現とOD交通量の表示方法, P124.

愛知県管内図  
付録一 図-2 道路網構成図(愛知県全体)



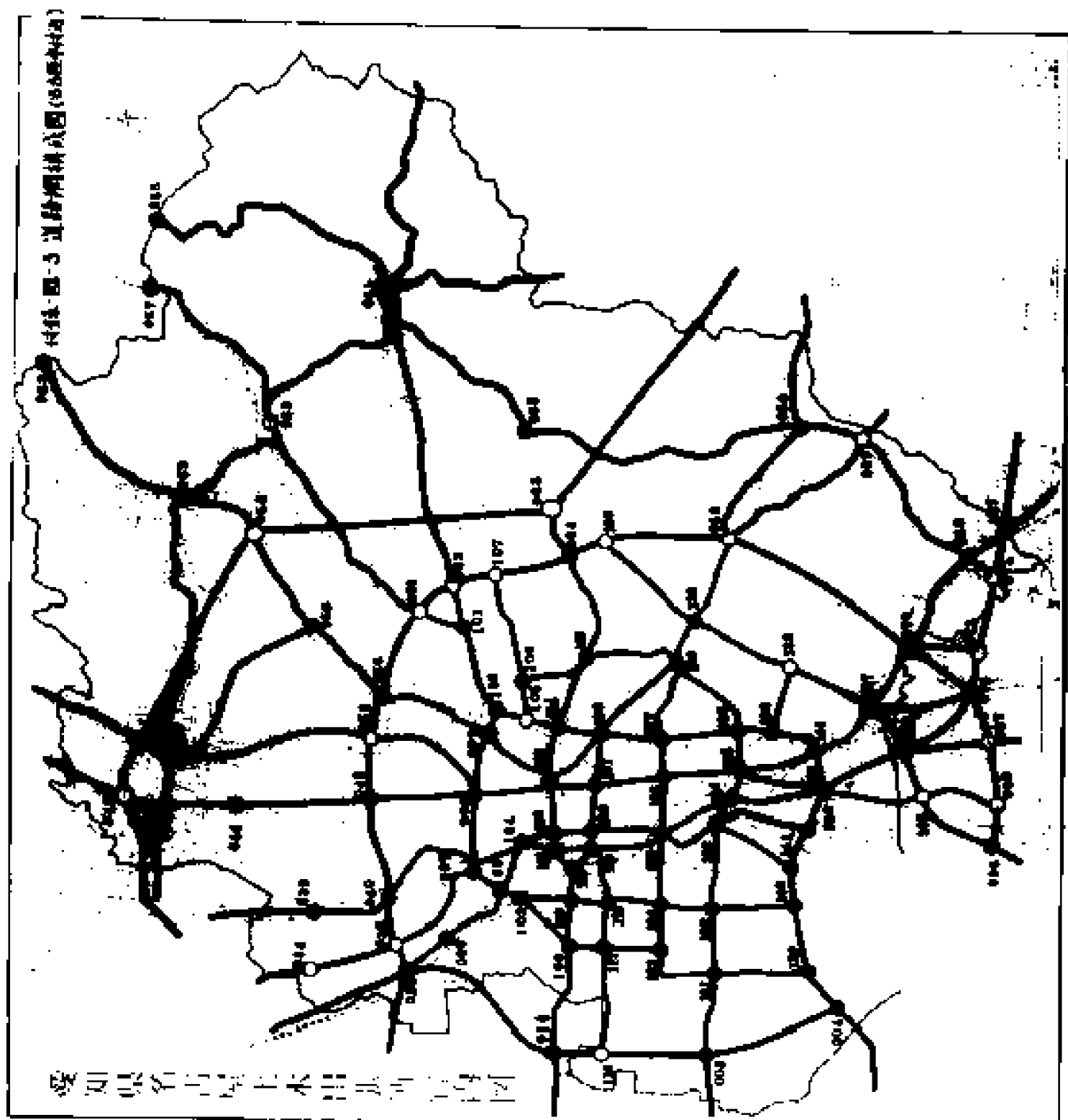




表-付録・1 ノード地名表

001 弥富田富島 コードステーション	038 岩倉町	075 美浜町河和	112 中区外堀町	149 一色町	186 足助田邊分
002 弥富田富島	039 西春町西之保	076 武豊町	113 東区白山町	150 西尾市平坂	187 松平村 コードステーション
003 弥富田和元	040 西区平田	077 半田市馬場	114 千種区今池	151 碧南市碧南駅	188 豊根村坂本場
004 港区鎌高前 コードステーション	041 扶桑田柏森	078 半田市半田駅	115 千種区覚王山	152 高井町	189 豊根村坂本場
005 弥富田尾張本橋	042 小牧インター	079 半田市龜山崎	116 中川区椿寺	153 刈谷市刈谷駅	190 東栄町中宮築
006 弥富田新富駅	043 小牧市元町	080 東海町横川	117 中川区鳥森町	154 岡崎市箕曲輪	191 津島町行人黒
007 蟹江町	044 北里村	081 大府町大府駅	118 中北区黄金駅	155 岡崎市石城町	192 設楽町田口
008 中川区戸田	045 北区榑田 コードステーション	082 師崎町	119 中区木生町	156 西尾市馬場	193 岡崎市大車輪
009 立田村	046 大山市大山崎 コードステーション	083 内海町中牧道	120 中区大原	157 西尾市西尾駅	194 作手村三都橋
010 佐屋町	047 大山市大山駅 コードステーション	084 半田市板山	121 中区学病院	158 碧南市米津	195 作手村花田 コードステーション
011 ハ蘭村	048 大山市香自寺	085 阿久比町	122 千種区日蓮町	159 岩井町	196 東栄町 コードステーション
012 津島市津島駅	049 大山市五郎丸	086 大府町吉田町	123 中川区荒子町	160 幸田町柳瀬	197 東栄町市原 コードステーション
013 津島市萩原町	050 小牧市小牧駅	087 大府町木ノ山	124 中川区野田橋	161 岡崎市羽根	198 岡崎市新戸 コードステーション
014 大治村	051 春日市味美 コードステーション	088 上野町加屋	125 熱田区金山橋	162 岡崎市本宿	199 岡崎市本長森
015 祖父江町刈割	052 春日市市内 コードステーション	089 上野町荒尾	126 昭和区富辻	163 岡崎市大平	200 岡崎市大車輪
016 平和町	053 春日市上野 春日市大車輪新 田インター	090 内海町内海	127 昭和区桃山	164 岡崎市東岡崎駅	201 岡崎市新岡崎 コードステーション
017 祖父江町森上	054 春日市春日駅	091 美浜町栗田	128 昭和区1 串	165 岡崎市矢作橋駅	202 岡崎市有楽町
018 稲永市片原一色	055 春日市春日駅	092 常滑市常滑駅	129 昭和区檀田	166 知立町	203 稲美町
019 稲永市十代 コードステーション	056 春日市椿川 コードステーション	093 知多町	130 千種区鶴岡	167 刈谷市新境橋	204 田原町
020 尾西市黒尾大橋 コードステーション	057 春日市山崎 コードステーション	094 上野町横瀬橋	131 中川区下之色	168 高島町若林	205 豊橋市花井
021 尾西市五城	058 春日市幸田川 コードステーション	095 上野町桑原園	132 中川区田和橋	169 高岡町馬場	206 田原町
022 尾西市菟屋	059 春日市下木野 旧市山	096 新川町	133 熱田区白鳥橋	170 上郷村	207 稲沢市竹谷
023 一宮市安富	060 稲永市山ノ内 山ノ内市場	097 西区東生田	134 熱田区熱田	171 岡崎市蔵前	208 稲沢市稲沢駅
024 稲永市天北 コードステーション	061 稲永市稲永駅	098 北区志賀	135 熱田区堀田	172 岡崎市大橋持	209 御津町 刈谷市田前 大橋
025 一宮市曾川橋	062 旧中山市大森	099 北区大曾根	136 熱田区新政橋	173 岡崎市栗原	210 豊川市豊川インター
026 木曽川町	063 千種区東名 高速インター	100 東区矢田町	137 南区白崎町	174 須田町若山	211 豊橋市本城
027 一宮市一宮駅	064 千種区星丘	101 旧市山小橋	138 昭和区古崎橋	175 須田町木川	212 豊橋市本城
028 稲永市稲永駅	065 長久手村	102 中川区栄生駅	139 豊区宝神町	176 旭村	213 豊川市豊川駅 コードステーション
029 香洲町国道交点 コードステーション	066 東郷町和合	103 西区上受田	140 豊区東政町	177 稲沢市飯野	214 豊橋市一里山
030 一宮市本郷	067 東郷町清木	104 中区名古屋城	141 豊区築地口	178 藤岡市上川口	215 豊橋市三川
031 一宮市西郷	068 昭和区平金	105 千種区古井町	142 豊区六曲町	179 東栄町平戸橋	216 豊橋市豊橋駅
032 一宮市浅野	069 豊明町国道	106 千種区栄屋坂	143 南区大江	180 豊田市豊田駅	217 稲沢市山崎 山崎井原
033 一宮インター	070 有松町有松駅	107 千種区猪子石	144 南区笠寺	181 豊田中央インター コードステーション	218 豊川市国府
034 西春町中之郷 豊川市田	071 豊明町	108 中川区島名西	145 上野町名和	182 稲沢市羽根川	219 稲沢市 コードステーション
035 ハンパース交点	072 大府町石川	109 中川区米野町	146 高島町大橋	183 稲沢市	220 尾西市
036 江南市古知野	073 有松町橋本間 大島町名古屋	110 中川区名古屋駅	147 鳴起町	184 足助町豊田	
037 一宮市石佛	074 碧南市三井	111 中区泥江町	148 吉良町	185 稲沢町中之郷	

ぎの8分類に道路規格を整理した。

### 高速道路3種類

- (i) 名神高速道路、東名高速道路、知多道路
- (ii) 名古屋都市高速道路
- (iii) 名古屋環状道路

### 一般道路平地部2種類

- (iv) 衣浦大橋有料区間を除く全道路
- (v) 衣浦大橋有料区間

### 一般道路山地部2種類

- (vi) 伊勢神トンネル有料区間を除く全道路
- (vii) 伊勢神トンネル有料区間

### 街路1種類

山地部は、延長1Km当たり高低差の絶対値の和が80m以上の区間を指定した。街路は名古屋市（外環状線以内）、豊橋市、岡崎市、一宮市および丰田市の家屋が連担する場所にある道路区間を指定した。

### [5] マクロ道路網<sup>\*4</sup>

長距離交通は、幹線道路を通行するような配分解析を行った。したがって幹線道路網（マクロ道路網）を構成する

---

<sup>\*4</sup> マクロ道路網； 第9章 ネットワーク・シミュレーションの応用例、§2. マクロ道路網における交通流解析、P279.

マクロリンク群をあらかじめ指定する必要がある。マクロリンクの道路網は、高速道路・1.2級国道の現在線と計画線から構成されるものとし、その交点のマクロノードとした。ただしあまりに短かいマクロリンクが生じたときは、例外的にマクロノードの機能の一部消滅させた。マクロ道路網を図示すれば、図一付録・4のようである。

### §3. 計画年度OD交通量の推定

道路網計画の目標年度を昭和55年として、計画年度におけるOD交通量を推定する。推定方法は4段階推定法<sup>※5</sup>をとり、発生交通量は第3章§3.の関数モデルによる推定法を採用した。推定作業はつぎの手順によって行なわれた。

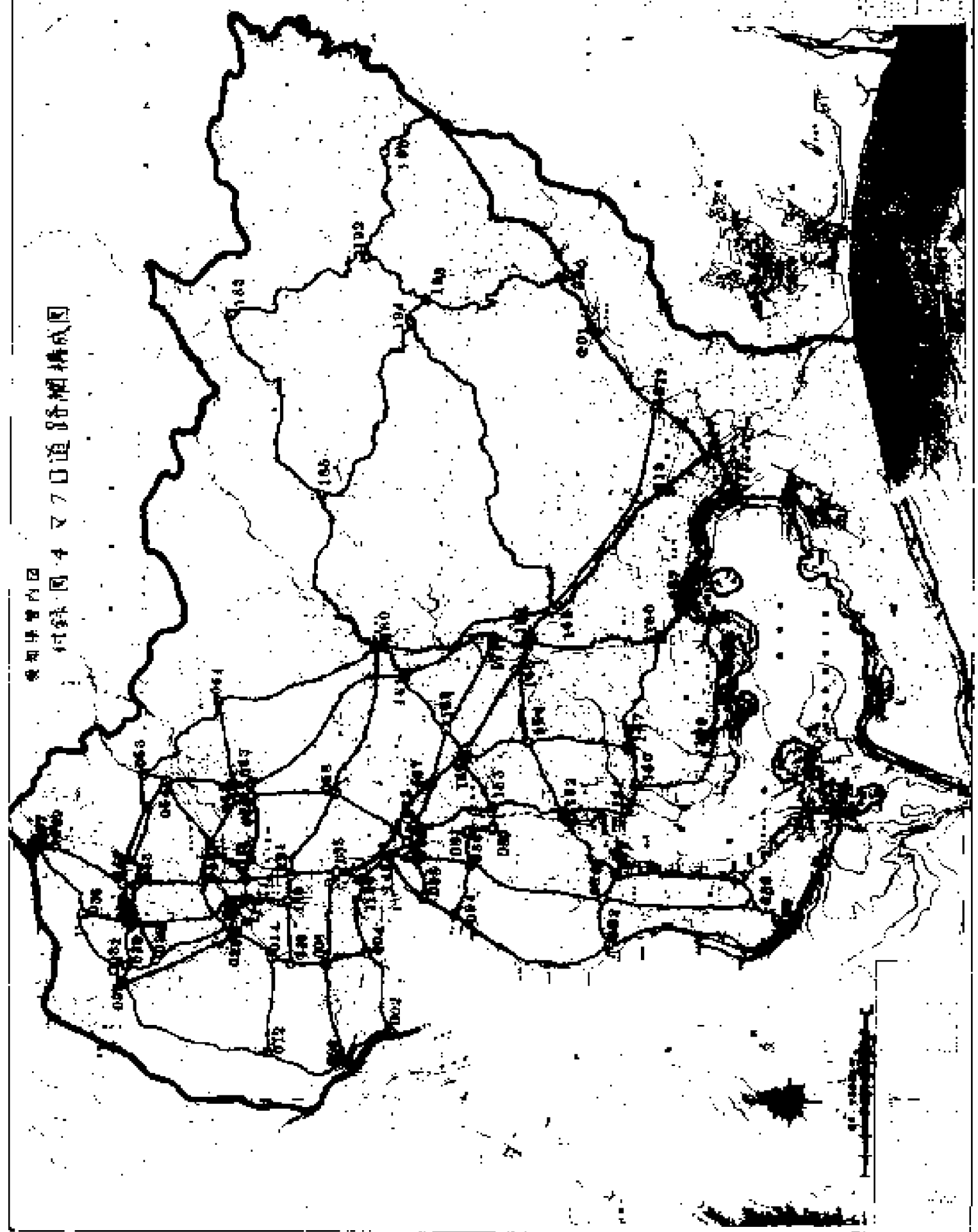
#### [1] ODゾーンの決定

解析対象地域を愛知県内として、OD交通量推定のゾーン区分を行なう。ゾーン区分は推定作業を容易にするため、行政単位でまとめた。すなわち、名古屋市内は各区を1ゾーンとし、ほかの市は市域全体を独立した1ゾーンとし、町村は隣接町村を数個まとめて1ゾーンに構成した。また、県境

---

※5. 4段階推定法；第3章交通需要推定の方法論、§2 道路網計画における交通需要の予測、P33.

愛知県管内図  
付録図 4 マ70道路網構成図



にはコードン・ステーションを設け、県外と結ぶ交通をまとめてゾーンと同じ扱いをした。ゾーン区分を図示すれば、図-付録・5のようであり、その地名は表-付録・2, B欄に示した。ゾーン番号の最初の桁の数字は地方を示し、(1; 名古屋市内, 2; 尾張地域, 3; 西三河地域, 4; 東三河地域平地部, 5; 東三河地域山地部) 2桁目の数字は市郡別を、3, 4桁目の数字は通し番号を示した。なお、ゾーン数は80, コードン・ステーション数は16に達した。

## [2] 関数モデル式の決定とゾーン発生交通量の推定

ゾーン発生交通量の推定は、関数モデル方式<sup>\*6</sup>によって行なうことにし、昭和36年度OD表と、その時点における経済諸指標とから回帰分析によって、関数モデル式を決定した。関数モデル式は、数種の構成モデルを考えて、回帰分析の結果相関度の高いものの中から、モデルの論理構成が明確でしかも経済指標予測の容易なものを選び推定を行なった。採用されたモデル式は、式(3・12)・式(3・14)のようである。

乗用車

$$X_i = 1.2569 P_{in}^{0.1669} M_i^{0.3516} F_i^{0.2142} G_i^{0.2933} \dots\dots (3 \cdot 12)$$

$$r; 0.8952$$

---

\*6. 関数モデル式; 第3章交通需要推定の方法論, §3. 関数モデルによる推定方法, P38.

愛知平野内図  
付録 図-5 O D ソン 区分図

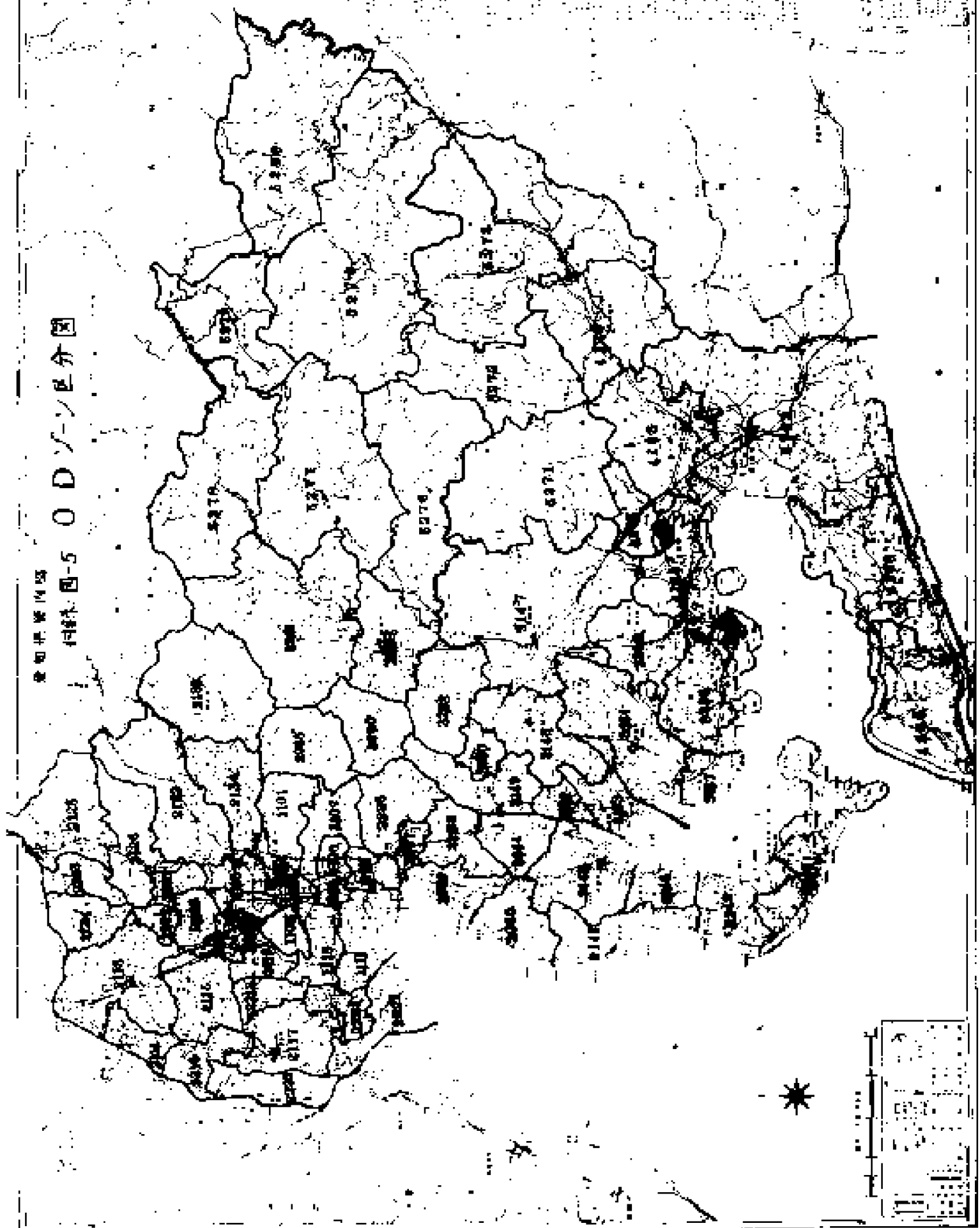


表-付録・2(1) 愛知県内ゾーン区分およびゾーン  
発生交通量表

No.付録-13

A	B	C	A	B	C
ゾーン番号	市町村名	発生交通量	ゾーン番号	市町村名	発生交通量
1101	名古屋市 4 種区	161540 154055	2219	甚目寺町、大治村	9008 17713
1102	東 区	246467 179328	2220	立田村、八開村	3952 10017
1103	北 区	193146 188369	2221	蟹江町、十四山村	44790 65030
1104	西 区	261086 220504	2222	弥富町、飛島村	62392 122014
1105	中村区	426526 279521	2223	扶桑町、大口村	9019 19481
1106	中 区	717206 442688	2124	江南市	52476 80851
1107	昭和区	177600 167985	2125	犬山市	45349 62794
1108	瑞穂区	81202 98364	2126	小牧市	85698 103596
1109	熱田区	195326 169999	2227	岩倉町	15322 26064
1110	中川区	214606 234637	2228	北里村、豊山村	8704 17080
1111	港 区	239052 290054	2229	西春村、師勝村	15584 30125
1112	南 区	152750 187469	2230	春日村、清州町	11247 22612
2113	一宮市、木曾川町	196845 324600	2231	新川町、西枇杷島町	19131 34331
2114	尾西市	45496 90407	2132	春日井市	110087 173851
2115	稲沢市	44692 75410	2133	瀬戸市	70984 106783
2216	祖父江町、平和町	14580 29698	2134	守山市、旭町	41284 72623
2117	津島市、佐織町、佐野町	77965 118181	2235	長久手村、日進町	10932 21086
2218	美和町、七宝村	6648 13401	2236	鳴海町、豊明町	28100 46504

表一付録・2 (2) 愛知県内ゾーン区分およびゾーン  
発生交通量表

No.付録-14

A	B	C	A	B	C
ゾーン番号	市町村名	ゾーン発生交通量	ゾーン番号	市町村名	ゾーン発生交通量
2237	大高町、有松町	8823 16398	3255	幸田町	9699 15227
2238	大府町	14722 29623	3256	幡豆町、吉良町	8990 13397
2239	上野町、横須賀町	68401 111468	3257	一色町	9559 13564
2240	知多町	48592 79252	3258	高岡町、上郷村	12478 21895
2141	常滑市	32180 52214	3159	豊田市	69209 109832
2242	美浜町	4700 7700	3260	三好町、東郷村	9249 16229
2243	南知多町	5974 6672	3261	猿投町、藤岡村	15923 21852
3244	東浦町	14018 27273	4162	豊橋市、小坂井町	215264 224649
3145	半田市、阿久比町	99838 117756	4163	豊川市、一宮町	89962 112936
3246	武豊市	9576 15515	4164	蒲郡市	25160 32331
3147	岡崎市	103520 108244	4265	音羽町	4060 7720
3148	安城市	74670 104436	4266	御津町	2732 4509
3149	刈谷市	43928 69154	4267	西浦町、形原町	4500 9080
3250	知立町	9022 14785	4268	田原町、赤羽根町	38919 65254
3251	高浜町	16297 24333	4269	渥美町	16093 23426
3252	桜井町、六ツ美町	19808 28273	4170	新城市	10427 19078
3153	碧南市	65769 84717	5271	額田町	2073 3537
3154	西尾市	35119 50739	5272	作手村	1149 2404



表-付録・2(3) 愛知県内ゾーン区分およびゾーン  
発生交通量表

A	B	C	A	B	C
ゾーン番号	市町村名	ゾーン発生交通量	ゾーン番号	市町村名	ゾーン発生交通量
5273	鳳来町	5262 6614	5277	足助町	3448 4807
5274	東栄町	2761 3609	5278	小原村、旭村	2809 3952
5275	設楽町	3015 5418	5279	稲武町	1972 3162
5276	松平村、下山村	2475 4487	5280	富山村、津貝村、豊根村	2808 5910
コドンステーション番号	路線名	コドンステーション通過交通量	コドンステーション番号	路線名	コドンステーション通過交通量
A	1級国道1号 (東) 至静岡県	6427 7951	I	2級国道 蒲郡・岐阜線	857 4624
B	1級国道1号 (西) 至三重県	7815 25670	J	2級国道 飯田・豊橋線 至長野県	164 398
C	名四国道 至三重県	14153 41084	K	2級国道 名古屋・塩尻線 至長野県	8 31
D	1級国道22号 至岐阜県	7279 18252	L	主要地方道 一宮・大垣線	4492 12307
E	1級国道22号 バイパス 至岐阜県	21588 54774	M	2級国道 飯田・浜松線	229 615
F	1級国道41号 至岐阜県	3597 7384	N	2級国道 恵那・浜松線(東)	815 392
G	1級国道41号 バイパス 至岐阜県	7434 14849	O	東名高速道路	2837 21130
H	1級国道19号 至岐阜県	11934 21737	P	名神高速道路	6774 29854

注； ゾーン発生交通量の上段は乗用車、下段はトラック類の交通量を示す。

トラック類

$$X_i = 2.8695 P_{in}^{0.2366} M_i^{0.1282} F_i^{0.2684} G_i^{0.2609} \dots (3.14)$$

$$r; 0.9463$$

記号  $X_i$  ;  $i$ ゾーンの発生交通量 $P_{in}$  ;  $i$ ゾーンの将来夜間人口 (人) $P_{id}$  ;  $i$ ゾーンの将来昼間人口 (人) $P_{idA}$  ;  $i$ ゾーンの将来第1次昼間人口 (人) $P_{idB}$  ;  $i$ ゾーンの将来第2次昼間人口 (人) $P_{idC}$  ;  $i$ ゾーンの将来第3次昼間人口 (人) $F_{iA}$  ;  $i$ ゾーンの将来農林水産生産額 (百万円) $F_{iB}$  ;  $i$ ゾーンの将来製造品出荷額 (百万円) $F_{iC}$  ;  $i$ ゾーンの将来商品販売額 (百万円) $M_i$  ;  $i$ ゾーンの車種別自動車保有台数 (台) $a_{i1}$  ;  $P_{idA}$  に対する車種別自動車発生原単位 (台/人) $a_{i2}$  ;  $P_{idB}$  に対する車種別自動車発生原単位 (台/人) $r$  ; 相関係数

$$F_i = F_{iA} + F_{iB} + F_{iC}$$

$$G_i = a_{i1} P_{idA} + a_{i2} P_{idB} + a_{i3} P_{idC}$$

これらの経済指標の将来値は、時系列的外挿法によって  
求め表-付録・3 (a), (b) のような結果をえた。

表一付録・3(a-1) ソーシ別経済指標

ゾーン 番号	Pin (人)	Pid (人)	Pid A (人)	Pid B (人)	Pid C (人)	Fi (百万円)	Fi A (百万円)	Fi B (百万円)	Fi C (百万円)	Mit (台)	Mic (台)
1101	296200	140150	430	53250	86770	665157	240	46569	617343	12804	4584
1102	126600	126840	--	55500	91340	1395637	--	41285	1314352	17799	15371
1103	288000	118810	350	81920	36540	919209	200	79457	839552	18133	8953
1104	201100	122500	530	58030	63940	1213629	301	101258	1112070	22961	17650
1105	250800	96700	200	27990	68510	1616845	112	24626	1592107	27745	20367
1106	159900	216130	--	33450	182680	4552001	--	19154	4312847	22920	19648
1107	226400	149020	470	98310	50240	681428	267	83727	597434	14170	6483
1108	198500	45170	20	17750	27400	476278	10	21380	454888	8806	3063
1109	134600	106910	10	56660	50240	856760	7	76421	780332	15751	12795
1110	229900	66450	1200	15020	50230	812762	676	226180	585906	20847	13951
1111	169300	136430	1300	16390	118740	883765	726	431296	451743	21449	18515
1112	311300	166460	320	97630	68510	706488	183	135596	570709	16172	6793
2113	284600	166970	4880	118770	43320	1132569	3091	478136	651342	16399	4738
2114	69700	49990	980	43400	5610	184142	552	173401	10189	6428	2508
2115	78900	23660	3420	11420	8820	86577	2760	74901	10916	4528	1639
2216	88500	14310	1960	9140	3210	40798	1546	34885	4367	1693	503
2117	103300	79120	3680	60650	14590	278461	3008	234907	40546	9603	5562
2218	22200	5740	1480	2720	1540	9540	1256	6495	1789	1056	341
2219	31900	11950	1480	8170	2300	42877	1160	39332	2385	1124	320
2220	16800	5580	2090	2720	770	9675	2223	6856	596	630	168

表-付録・3 (A-2)

2221	31000	12070	1480	7260	3830	48694	774	41857	5963	3370	3335
2222	31200	14240	2090	9080	3070	260357	1359	250650	8348	4050	3472
2223	51900	25110	2050	21000	2000	68045	1232	12903	3914	1135	298
2124	73000	28250	1960	18270	6020	86028	994	61563	25471	6135	3019
2125	84600	46300	2230	34020	10000	145679	1178	127805	16696	3667	1531
2126	107900	36760	2500	21060	13200	162770	1560	143761	17429	6881	4435
2227	23200	5510	820	2230	2410	26952	442	23599	2911	1976	1149
2228	19900	23510	1250	21060	1200	41260	648	39939	673	1324	765
2229	26800	7470	1300	4570	1600	23587	663	20521	2183	2624	1750
2230	21200	4530	650	2280	1600	22659	531	18469	3639	2193	1346
2231	47100	24210	530	18270	5610	157527	221	140568	16738	1794	465
2132	116900	61720	5320	64800	13600	447692	1893	423356	22144	12714	4479
2133	106100	75010	1300	51540	22170	147502	855	97455	49192	6115	1906
2134	134400	70510	1630	57730	11150	105449	1128	79150	25171	4884	1154
2135	24700	6350	2200	2130	2020	16848	1068	13752	2028	1594	662
2236	94300	56190	1690	43640	10800	90533	974	62486	27073	2541	739
2237	32600	14300	230	9990	4020	32470	269	25642	6559	937	236
2238	58800	42670	1020	32690	6960	161797	1002	153227	7568	2000	630
2239	91300	30020	1190	26330	10500	496016	1067	467199	27750	7516	6477
2240	60300	50810	1600	21790	7420	189975	1004	180394	8577	6128	4778
2141	60000	32670	2570	21730	8370	74754	2431	40843	31480	3021	1246
2242	22000	8040	1950	3780	2370	17807	1389	11541	4877	404	104
2243	32400	11490	3280	3150	5060	16505	4882	5642	7981	344	70
2244	38900	24830	1000	21010	2820	57600	765	50634	6201	1992	1162
3145	162000	65350	2320	63030	28160	441833	1618	372876	67339	9125	6902

表一 付録・3 (a-3)

3246	36300	16360	680	11460	7220	121114	556	114595	5963	780	275
3147	241200	106660	6740	54660	45440	397029	5229	247181	144617	3083	2643
3148	94000	45180	6140	24300	14740	277900	4697	225318	47685	7227	5953
3149	101200	79310	3460	59400	16450	633056	2451	593117	37468	4208	2135
3250	30700	14540	1340	8100	5100	60161	1009	62957	16195	774	238
3251	45900	15730	960	10800	3970	77106	1152	66957	8997	1642	1114
3252	29700	9930	3040	4830	2060	25678	2590	19980	3108	3010	2562
3153	78500	43490	2680	27000	13610	317623	1965	279169	35689	5551	4794
3154	84400	44060	7000	24280	12780	32605	6137	49591	36877	3263	1558
3255	22900	7430	2460	3540	1430	19611	1471	16062	2076	1052	428
3256	36400	15830	4150	6720	4900	20076	4379	6891	8806	629	160
3257	27900	11410	3150	4640	3620	17413	4057	3999	9357	1092	537
3258	54400	9936	4126	2380	3430	60162	3203	53126	3833	1723	750
3159	85800	70164	2034	50590	11540	402545	2472	317367	32706	5860	5028
3260	22600	8500	2740	3420	2340	13763	1673	9677	2413	1179	636
3261	33800	14420	3600	6190	4430	3952	2635	2923	3394	1803	903
4162	409600	197320	14720	100490	32110	1215724	31312	869297	325115	15110	7977
4163	139300	50810	5250	22640	22920	202081	7381	163786	30914	7250	5926
4164	103100	68140	2120	47660	18360	359280	4174	239177	115929	1447	357
4265	8200	1870	680	600	590	1922	426	981	515	602	518
4266	24600	7960	1190	4570	2200	21732	1353	14711	5668	214	44
4267	36200	18270	930	11920	5440	62574	389	53941	8244	486	124
4268	47300	18110	5590	5830	6690	330061	6696	313646	12719	3313	2843
4269	22200	11540	6220	1630	3690	11376	5893	1249	4234	1370	725
4170	57400	13360	3600	5160	9400	33424	3205	13731	16488	504	124

表一付録 3 (a-4)

5271	8500	4120	2290	890	940	3053	1619	517	917	156	33
5272	4100	2150	1410	160	580	2240	1391	23	826	58	14
5273	16600	7450	3290	1140	3020	7718	2822	1135	3761	199	48
5274	8000	5210	1890	780	2540	5078	1707	542	2829	94	21
5275	9200	5420	2240	790	2390	5372	2148	931	2293	120	30
5276	11200	6400	2390	2970	1040	4160	2236	623	1299	205	42
5277	13200	5360	2290	1180	2390	6602	1774	470	4358	170	36
5278	10100	5300	2960	990	1350	4143	1885	729	1529	171	36
5279	4400	2780	1120	430	1230	2992	1203	184	1605	70	16
5280	6100	3990	1750	700	1540	3256	2100	239	917	113	26
計	6856000	3579340	183700	1944500	1489300	24496423	164095	9044338	15288989	430912	264716

表一付録 (3-b) 人口に対する車種別自動車発生原単位

地名	係数	乗用車類	貨物車類
名古屋市	$a_{i1}$	$0.07 \times 10^{-2}$	$0.50 \times 10^{-2}$
	$a_{i2}$	$12.26 \times 10^{-2}$	$23.77 \times 10^{-2}$
	$a_{i3}$	$23.14 \times 10^{-2}$	$31.68 \times 10^{-2}$
市部	$a_{i1}$	$0.09 \times 10^{-2}$	$1.69 \times 10^{-2}$
	$a_{i2}$	$5.19 \times 10^{-2}$	$24.76 \times 10^{-2}$
	$a_{i3}$	$13.99 \times 10^{-2}$	$24.78 \times 10^{-2}$
郡部	$a_{i1}$	$0.10 \times 10^{-2}$	$5.42 \times 10^{-2}$
	$a_{i2}$	$2.56 \times 10^{-2}$	$14.34 \times 10^{-2}$
	$a_{i3}$	$7.28 \times 10^{-2}$	$14.71 \times 10^{-2}$

式(3.12), 式(3.14)に表一付録・3 (a), (b) の値を代入すれば、ゾーンごとの発生交通量が求められる。この結果は、表一付録・2 (C) 欄に収録した。

### [3] 計画年度分布交通量

ゾーン発生交通量を、ゾーン間交通量に分布させる作業を行なうため、昭和36年度のOD表を利用して、重力モデル<sup>\*7</sup>式(4.4)のパラメーター $k, m$ を決定し、重力モデル式を確定して表一付録・2 (C) 欄のゾーン発生交通量を分布交通量に変換する。ここで使用したパラメーター $m, k$ の値は、表-4.4に示した。

$$X_{ij}^* = X_i \cdot X_j \frac{k}{D_{ij}^m} \quad \dots\dots (4.4)$$

車 種	パラメーター		相関係数
	$k$	$m$	
乗用車	22.98	1.113	0.633
トラック類	11.01	0.968	0.627

分布交通量のゾーンごとの合計を発生交通量に合致させるための収束計算が必要であるが、これは *Fratar* 法<sup>\*8</sup>によって求めた。

\*7, 重力モデル; 第4章 交通形態の想定, §2. 分布交通量の推定方法, P58.

\*8, *Fratar* 法; 第4章 交通形態の想定, §3. 分布交通量推定における収束計算, P73.

計算結果として、96ゾーンの相互間OD交通量が算出されたが、4108組の数値表に達するため本編に収録するのを割愛した。

#### § 4. 交通量配分の解析

計画年度OD交通量が求まれば、ネットワーク・シミュレーションの手法※9を用いて解析対象道路網の各区分が負担する交通量を推定できる。この推定結果は道路網計画策定の基礎資料として、きわめて効果的な指標となるものである。配分解析はつぎのような手順で行なった。

##### (1) ゾーン間OD交通量からノード間OD交通量への変換※10 と車種別OD交通量の統合

対象道路網上で求められたOD交通量を配分するには、ゾーン間OD表では粗すぎるので、ゾーン間OD表からノード間OD表への変換が必要となる。この変換は各ゾーンに、1～数個のノードを設けて、各ノードごとに交通発生率※11を求めておき、式(4.27)によって計算した。

---

※9, ネットワーク・シミュレーション; 第6章 電子計算機によるネットワーク・シミュレーション §2. 交通配分シミュレーションの基本的な考えかた, P119.

※10, ゾーン間OD交通からノード間OD交通への変換; 第4章 交通形態の想定 §4.1-FOD交通の推定, P81.

※11, 交通発生率; 第4章 交通形態の想定 §4.1-FOD交通量の推定, P81.



$$X_{IJ} = X_{ij} \cdot r_i \cdot r_j$$

..... (4.27)

ここで、 $X_{IJ}$ ； ノード間 OD 交通量

$X_{ij}$ ； ゾーン間 OD 交通量

$r_i, r_j$ ； 交通発生率

ついで乗用車、トラック類を合計して総合したノード間、OD表を作成した。

## [2] 配分解析の基本方針

配分解析は、ネットワーク理論<sup>\*12</sup>にもとづき電子計算機によるネットワーク・シミュレーション<sup>\*13</sup>の手法によつて、道路網各区間の配分交通量を推定する。このためつぎに示すような作業を行なつた。

- (i) 評価値関数の決定
- (ii) 最適経路と競合経路の決定およびマクロ道路網の構成
- (iii) 競合経路間の交通分担率の算定
- (iv) 配分交通量推定
- (v) 混雑度を考慮した場合の修正配分交通量

## [3] 評価値関数<sup>\*14</sup>の決定

---

\*12. ネットワーク理論； 第5章 交通流配分理論 §5. ネットワーク理論の交通解析への導入, P105.

\*13. 電子計算機によるネットワーク・シミュレーション； 第6章 電子計算機によるネットワーク・シミュレーション, P116.

\*14. 評価値関数； 第6章 電子計算機によるネットワーク・シミュレーション §4. 道路評価値, P130.

評価値関数は、式(6.16)

$$E/L = \tau(1/V) + aV^2 + bV + c + d/V + P/L \quad \dots\dots(6.16)$$

ここで、 $E/L$  ; 単位距離当たりの評価値

$V$  ; 速度

$\tau$  ; 時間便益率

$P$  ; 有料料金

$L$  ; 延長距離

$a, b, c, d$  ; パラメーター

で示したように、走行経費・走行所要時間を金額換算した値および有料道路料金で構成し、車種については乗用車・トラック類を平均した値を採用した。道路規格は、§2.〔4〕道路規格の項で述べたように8種類に分類してつぎの評価値関数を採用した。

(i) 名神高速道路、東名高速道路、知多道路に対して

$$E_1/L = 0.00246V^2 - 0.273V + 12.25 + 505.6/V + 8.50$$

(ii) 名古屋都市高速道路に対して

$$E_2/L = 0.00246V^2 - 0.273V + 12.25 + 505.6/V + 10.00$$

(iii) 名古屋環状道路に対して

$$E_3/L = 0.00246V^2 - 0.273V + 12.25 + 505.6/V$$

(IV) 衣浦大橋有料区間を除く一般道路平地部に対して

$$E_4/L = 0.00690V^2 - 0.572V + 19.57 + 503.1/V$$

(V) 衣浦大橋有料区間に対して

$$E_5/L = 0.00690V^2 - 0.572V + 19.57 + 503.1/V + 76.86$$

(IV) 伊勢神トンネル有料区間を除く一般道路

山地部に対して

$$E_6/L = 0.0134V^2 - 0.739V + 28.57 + 461.8/V$$

(IIIV) 伊勢神トンネル有料区間に対して

$$E_7/L = 0.0134V^2 - 0.739V + 28.56 + 461.8/V + 3.20$$

(IIIIV) 名古屋、豊橋、岡崎、一宮、丰田市の街路部に対して

$$E_8/L = 0.0130V^2 - 0.985V + 31.95 + 450.0/V$$

[4] 最適経路<sup>\*15</sup>と競合経路<sup>\*16</sup>の決定およびマクロ道路網の構成

解析対象道路網には、上記の評価値関数より求められたリンク評価値が与えられているので、任意のOD交通の起終点間を結ぶ経路の中で経路評価値が最小となる経路を最適経路とし、この経路と交通を分担すると思われる経路を競合

\*15. 最適経路; 第6章電子計算機によるネットワーク・シミュレーション §5. 最適経路探索と区間交通量算出のプログラム, P148.

\*16. 競合経路; 第7章競合路線を考えた場合の交通流配分 §2. 競合路線の定義と探索, P168.

経路とする。つぎの定義によって道路網の中から最適経路と競合経路を1本選り出した。

$$R_1 = \{Q_k | E_1(I_o, J_q)\} = \min_{Q_k \in Q} E(Q_k) \quad \dots\dots(5.31)$$

$$R_2 = \{Q_k | E_2(I_o, J_q)\} = \min_{Q_k \in R_1 \cap Q} E(Q_k) \quad \dots\dots(5.32)$$

ここで  $R_1, R_2$  は最適経路および競合経路中最上位の経路を示し、 $Q_k$  は任意経路を、 $Q$  は経路の集合を、 $E$  は評価値を示している。

長距離交通は、経路探索の過程を通してマクロノードの通過点数を数え、最適経路がマクロノード2個以上を通過するものを長距離交通として、マクロリンクで構成する幹線道路網上において配分解析を行なった。

#### [5] 競合路線間の交通分担率<sup>\*17</sup>の算定

競合路線として任意のOD交通ごとに、経路評価値が小さいものから2本を選び、この2経路間に交通が分散して流れるものとし、配分交通量を算出する。このときの各路線の交通分担率は、評価値比  $E_2/E_1$  によって算出する方式を採用した。すなわち、第2経路の分担率は、評価値比  $E_1/E_2$  が

---

\*17, 交通分担率; 第7章 競合路線を考えた場合の交通流配分 §3. 交通分担率の算定, P178.

1.0 より小さいときに 0.5 より大きくなり、評価値の分布を正規分布として式(7.39)～(7.41)に 第2経路の分担率を算出し、その補数として第1経路の分担率を求めた。

$$Z_2 = E_1/E_2 \quad \cdots \cdots (7.39)$$

$$D_2 = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{u_2}^{\infty} \exp\{-\pi^2/2\} d\pi \quad \cdots \cdots (7.40)$$

$$u_2 = \frac{ab(1-Z_2)}{\sqrt{1+Z_2^2}} \quad \cdots \cdots (7.41)$$

$$\therefore \frac{1}{u} = \{(E_1 - E_2) - (m_1 - m_2)/\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}\}$$

$m_1, m_2$  は、 $E_1$  と  $E_2$  の分布の平均値であり、 $\sigma_1^2$  と  $\sigma_2^2$  はその分散である。また、式(7.41)の偏倚係数  $ab=6.0$  として計算を進めた。

#### [6] 配分交通量の推定

本節[3]の評価値関数と、§2[2]の解析対象道路網をノード、リンクで構成し図-7.5<sup>\*18</sup>の形で計算機に入力資料として投入し、図-7.4のフローチャート<sup>\*18</sup>にしたがって第1・第2経路探索を行ない、図-6.15のフローチャート<sup>\*19</sup>により交通量を算出した。ただしマクロノードを2個以上通過する交通につ

※18. 図-7.4, 図-7.5 経路探索フローチャートおよび入力資料; 第7章 競合路線を考えた場合の交通流配分 §2. 競合路線の定義と探索, P168.

※19. 交通量配分のフローチャート; 第6章 電子計算機によるネットワーク・シミュレーション §5. 最通経路探索と区間交通量算出のプログラム, P148

いては、図-9.3 の経路吟味および図-9.4のマクロOD表作成のサブルーチン<sup>\*20</sup>によって、マクロリンクによる経路探索と配分解析を行なった。この解析結果は省略する。

#### 〔7〕混雑度を考慮した場合の修正配分交通量

本節〔6〕の配分交通量の推定結果は、道路の交通容量を全く考慮しない場合の解析結果であるから、実際の道路網の各区間がもつ幅員なり車線数を交通容量に変換して、配分交通量が交通容量に対してどんな状態で与えられるかを検討する必要がある。このため、表-付録・4で示すような交通容量を制約条件に入れ、混雑度  $K_0$ <sup>\*21</sup>（配分交通量/交通容量）によって、本節〔6〕の配分交通量を修正した。この場合の修正計算は、混雑度  $K_0$  によって評価値を変更する方法<sup>\*22</sup>を採用した。この混雑度による修正計算は、図-8.2に示したように、混雑度により走行速度が変化し、これがまた評価値の変化となって交通分担率が変わるフィードバック・システムをとる。

※20, 図-9.3・図-9.4 経路吟味のフローチャート, マクロOD表作成のサブルーチン;  
第9章 ネットワーク・シミュレーションの応用例 §2. マクロ道路網における交通流解析, P279.

※21, 混雑度; 第8章 道路の交通容量を考慮した場合の交通流配分 §3. 混雑度による配分交通量の修正, P230.

※22, 混雑度によって評価値を変更する方法; 第8章 §5. 混雑度による修正配分交通量の計算例〔1〕混雑度  $K_0$  を媒介にして評価値を変更する方法, P244.

表-付録-4(1) 道路の規格 幅員交通容量資料

始点 ノード番号	終点 ノード番号	道路 種別	車道幅員	車線数	交通容量	リンク 番号
001	002	3	21.0	6	54000	1
002	003	3	21.0	6	54000	2
002	006	4	14.0	4	15000	3
003	004	3	26.0	8	40000	4
003	007	4	13.0	4	15000	5
004	008	3	35.6	10	90000	7
004	139	8	26.0	8	40000	6
005	006	4	11.0	3	10000	8
006	007	4	11.0	3	10000	9
006	010	4	14.0	4	15000	10
007	008	4	11.0	3	10000	11
007	013	4	13.0	4	15000	12
008	116	3	35.6	10	90000	14
008	131	8	16.0	4	18000	13
009	010	4	6.5	2	3000	15
010	012	4	14.0	4	15000	16
011	012	4	9.0	2	65000	18
011	015	4	6.5	2	3000	17
012	013	4	16.5	5	10500	19
012	016	4	14.0	4	15000	20
013	014	4	16.5	5	10500	21
013	019	4	13.0	4	15000	22
014	029	3	35.6	10	90000	24
014	108	8	11.0	3	12000	23
014	116	3	35.6	10	90000	25
015	016	4	6.5	2	3000	26
015	017	4	6.5	2	3000	27
016	018	4	14.0	4	15000	28
017	018	4	6.5	2	3000	29
017	021	4	6.5	2	3000	30

表-付録4(2)

付録-30

018	019	4	6.5	2	3000	32
018	023	4	14.0	4	15000	31
019	024	4	16.0	4	18000	34
019	029	4	6.5	2	3000	33
020	021	4	20.0	5	27000	35
021	022	4	20.0	5	27000	36
022	023	4	16.0	4	18000	39
022	026	4	13.0	4	15000	38
022	027	8	20.0	5	27000	37
023	024	4	16.0	4	18000	41
023	027	8	14.0	4	15000	40
024	028	4	20.0	5	27000	42
025	026	4	11.0	3	10000	43
026	027	4	11.0	3	10000	44
027	028	4	11.0	3	10000	47
027	031	8	6.5	2	4000	46
027	032	8	14.0	4	15000	45
028	029	4	11.0	3	10000	49
028	034	4	6.5	2	3000	48
029	035	3	35.6	10	90000	51
029	096	8	22.0	6	30000	50
030	031	3	21.0	6	54000	52
031	032	3	21.0	6	54000	54
031	036	4	6.5	2	3000	53
032	033	3	21.0	6	54000	56
032	037	4	14.0	4	15000	55
033	034	3	21.0	6	54000	59
033	042	1	24.4	4	40000	57
033	220	1	24.4	4	40000	58
034	035	3	21.0	6	54000	60
035	040	3	35.6	10	90000	62
035	037	2	21.6	6	54000	61
036	037	4	7.5	2	4000	63
036	041	4	9.0	2	6500	64
037	038	4	7.5	2	4000	65



表-付録4(3)

付録-31

037	043	4	14.0	4	15000	66
038	039	4	7.5	2	4000	67
039	040	4	7.5	2	4000	68
040	045	3	35.6	10	90000	70
040	097	8	16.0	4	18000	69
041	047	4	6.5	2	3000	71
042	043	3	29.0	8	54000	73
042	049	3	29.0	6	54000	72
042	054	1	25.4	4	40000	74
043	044	3	29.0	8	54000	76
043	050	4	14.0	4	15000	75
044	045	3	29.0	8	54000	77
045	051	3	35.6	10	90000	78
045	050	2	21.6	6	54000	79
046	047	4	11.0	3	10000	80
047	049	4	11.0	3	10000	81
048	049	3	14.4	4	18000	82
049	050	4	11.0	3	10000	83
050	051	4	11.0	3	10000	85
050	053	4	14.0	4	18000	84
050	055	4	6.5	2	3000	86
051	056	3	35.6	10	90000	87
051	098	8	16.5	5	20000	88
052	053	6	23.0	7	24000	89
053	054	3	{ 21.0 10.0 }	{ 6 3 }	37000	90
053	059	6	14.0	4	18000	91
054	055	3	{ 21.0 10.0 }	{ 6 3 }	37000	92
054	063	1	25.4	4	40000	93
055	056	3	{ 21.0 10.0 }	{ 6 3 }	37000	94
056	060	3	35.6	10	90000	95
056	059	8	25.0	7	30000	96
057	059	6	6.5	2	3000	97

## 表-付録・4 (4)

付録-32

058	061	6	6.5	2	3000	98
059	060	4	7.5	2	4000	99
059	061	6	14.0	4	18000	100
060	062	3	35.6	10	90000	102
060	101	8	11.0	3	12000	101
061	062	4	11.0	3	20000	104
061	065	4	6.5	2	3000	105
061	177	6	5.5	2	20000	103
061	100	6	14.0	4	18000	106
062	101	8	11.0	3	12000	107
062	107	3	35.6	10	90000	108
063	064	4	21.6	6	27000	109
063	181	1	25.4	4	40000	110
064	107	3	35.6	10	90000	111
064	115	2	21.6	6	54000	112
064	130	3	35.6	10	90000	113
065	066	4	6.5	2	3000	114
066	067	4	6.5	2	3000	117
066	068	3	27.4	8	72000	116
066	100	3	20.0	6	54000	115
067	068	4	6.5	2	3000	119
067	069	4	6.5	2	3000	120
067	160	4	6.5	2	3000	118
068	070	3	35.6	10	90000	123
068	129	8	16.0	4	18000	122
068	130	3	35.6	10	90000	121
069	070	4	11.0	3	10000	124
069	071	4	9.0	2	6500	125
069	167	4	11.0	3	10000	126
070	073	4	14.5	4	18000	129
070	074	3	35.6	10	90000	128
070	147	8	16.5	5	18000	127
071	072	4	9.0	2	6500	132
071	073	3	21.6	6	27000	131
071	167	3	21.6	6	27000	130

表一付録・4(5)

付録-33

072	073	4	28.5	8	36000	133
072	081	4	14.0	4	18000	134
072	153	4	11.0	3	10000	135
073	074	3	21.6	6	27000	136
074	081	4	7.0	2	3000	140
074	087	3	35.6	10	90000	139
074	146	8	21.6	6	30000	138
074	147	8	6.5	2	4000	137
075	076	4	7.5	2	4000	141
075	082	4	6.5	2	3000	143
075	083	6	7.5	2	3500	142
076	077	4	13.0	4	15000	144
077	078	8	13.0	4	14000	145
077	084	4	7.5	2	4000	146
078	079	8	13.0	4	14000	147
078	085	4	7.5	2	4000	148
079	080	4	6.5	2	3000	150
079	152	5	13.0	4	15000	149
080	081	4	14.0	4	15000	152
080	153	4	21.0	6	27000	151
081	086	4	14.0	4	15000	153
082	083	1	7.0	2	18000	154
082	090	4	6.5	2	3000	155
083	084	1	7.0	2	18000	156
083	090	6	7.5	2	3500	157
084	085	1	22.4	6	39000	158
084	092	4	7.5	2	4000	159
085	086	1	22.4	6	39000	160
085	088	4	7.5	2	4000	161
085	093	4	5.5	2	2000	162
086	087	1	22.4	6	39000	163
086	088	4	14.0	4	15000	164
087	089	3	35.6	10	90000	166
087	146	1	22.4	6	39000	165
088	089	4	7.5	2	4000	167

表-付録-4(6)

付録-34

008	094	4	14.0	4	15000	168
089	095	3	35.6	10	90000	170
089	145	8	7.5	2	5000	169
090	091	4	6.5	2	3000	171
091	092	4	6.5	2	3000	172
092	093	3	14.0	4	18000	173
093	094	3	20.5	6	39000	174
094	095	3	20.5	6	39000	175
095	145	8	20.5	6	39000	176
096	103	8	22.0	6	30000	177
097	098	8	22.0	6	30000	180
097	103	8	16.0	4	18000	178
097	104	2	21.6	6	54000	179
098	099	8	22.0	6	30000	181
098	113	2	21.6	6	54000	182
099	100	8	22.0	6	30000	183
099	113	8	32.9	10	50000	184
100	101	8	11.0	3	12000	185
100	105	8	16.5	5	20000	186
102	103	8	16.0	4	18000	187
102	108	8	16.0	4	18000	188
102	109	8	21.9	6	30000	189
103	104	8	16.0	4	18000	190
104	111	2	21.6	6	54000	191
104	112	8	32.9	10	50000	192
105	106	8	26.0	8	40000	193
105	114	8	16.5	5	20000	194
106	107	8	26.0	8	40000	195
106	115	8	16.0	4	18000	196
108	109	8	11.0	3	12000	198
108	117	8	16.0	4	18000	197
109	110	8	26.0	8	40000	199
109	118	8	21.9	6	30000	200
110	111	8	25.0	7	35000	201
110	119	8	32.0	9	45000	202

表-付録4(7)

付録-35

111	112	2	21.6	6	54000	204
111	119	2	21.6	6	54000	203
112	113	2	21.6	6	54000	206
112	120	8	32.9	10	50000	205
113	114	2	21.6	6	54000	207
113	121	2	21.6	6	54000	208
114	115	2	21.6	6	54000	209
114	122	8	16.5	5	20000	210
115	128	8	16.0	4	18000	211
116	117	2	21.6	6	54000	212
117	118	2	21.6	6	54000	214
117	123	8	16.0	4	18000	213
118	119	2	21.6	6	54000	216
118	124	8	19.5	6	30000	215
119	120	2	21.6	6	54000	218
119	125	2	21.6	6	54000	217
120	121	2	21.6	6	54000	220
120	125	8	32.9	10	50000	219
121	122	2	21.6	6	54000	222
121	126	2	21.6	6	54000	221
122	127	8	16.5	5	20000	223
122	128	2	21.6	6	54000	224
123	124	8	16.0	4	18000	225
123	131	8	19.5	6	30000	226
124	125	8	16.0	4	18000	228
124	132	8	19.5	6	30000	227
125	126	8	11.0	3	12000	231
125	133	2	21.6	6	54000	229
125	134	8	33.0	10	50000	230
126	127	8	11.0	3	12000	233
126	135	2	21.6	6	54000	232
127	128	8	16.5	5	20000	235
127	136	8	16.5	5	20000	234
128	129	2	21.6	6	54000	237
128	136	8	16.5	5	20000	236

表-付録・4 (8)

付録-36

129	130	8	16.0	4	18000	239
129	138	8	16.0	4	18000	238
131	132	8	21.9	6	30000	241
131	139	8	19.5	6	30000	240
132	133	8	21.9	6	30000	243
132	140	8	21.0	6	30000	242
133	134	8	32.9	10	50000	246
133	141	8	16.0	4	18000	244
133	142	2	21.6	6	54000	245
134	135	8	21.9	6	30000	248
134	143	8	26.0	8	40000	247
135	136	8	16.5	5	20000	249
135	143	2	21.6	6	54000	250
135	144	8	16.5	5	20000	251
136	137	8	16.5	5	20000	252
137	138	8	16.5	5	20000	253
137	144	8	16.5	5	20000	254
138	147	8	16.0	4	18000	255
139	140	8	26.0	8	40000	256
140	141	8	26.0	8	40000	257
141	142	8	26.0	8	40000	258
142	143	8	26.0	8	40000	259
143	144	8	16.5	5	20000	260
143	145	8	21.9	6	30000	261
143	146	8	26.0	8	40000	262
144	146	8	16.5	5	20000	263
144	147	8	16.5	5	20000	264
145	146	8	19.5	6	30000	265
146	147	8	19.5	6	30000	266
148	149	4	14.0	4	18000	269
148	156	4	6.5	2	3000	268
148	206	4	14.0	4	18000	267
149	150	4	14.0	4	18000	270
150	151	4	14.0	4	18000	272
150	157	4	11.0	3	10000	271

表-付録・4(9)

付録-37

151	152	4	13.0	4	15000	273
152	153	4	6.5	2	3000	275
152	154	4	7.5	2	4000	274
153	166	4	14.0	4	15000	276
154	155	4	7.5	2	4000	278
154	158	4	6.5	2	3000	277
154	166	4	9.0	2	6500	279
155	165	4	9.0	2	6500	280
156	157	4	6.5	2	3000	283
156	160	6	6.5	2	2500	281
156	161	4	7.5	2	4000	282
157	158	4	13.0	4	15000	284
158	159	4	6.5	2	3000	285
159	165	4	6.5	2	3000	286
160	161	4	13.0	4	15000	288
160	207	4	13.0	4	15000	287
161	164	8	19.5	6	30000	289
162	163	4	10.0	3	6500	292
162	174	6	5.5	2	1500	291
162	208	6	6.5	2	2500	293
162	219	4	10.0	3	6500	290
163	164	8	10.0	3	8500	298
163	171	8	21.6	6	30000	297
163	173	6	6.5	2	2500	295
163	181	1	25.4	4	40000	296
163	211	1	25.4	4	40000	294
164	165	8	11.0	3	12000	300
164	172	8	19.5	6	30000	299
165	166	4	11.0	3	10000	301
166	167	4	11.0	3	10000	303
166	169	4	14.0	4	15000	302
167	169	3	21.6	6	27000	304
168	169	4	14.0	4	15000	306
168	170	4	6.5	2	3000	307
168	181	4	14.0	4	15000	305

表-付録・4(10)

付録-38

169	170	3	21.6	6	27000	308
170	171	3	21.6	6	27000	310
170	172	4	6.5	2	3000	309
171	172	6	19.5	6	30000	313
171	180	4	19.5	6	27000	312
171	187	6	6.5	7	2500	311
173	174	6	5.5	2	1500	314
173	175	6	5.5	2	1500	315
175	187	6	5.5	2	1500	317
175	195	6	5.5	2	1500	316
175	213	6	5.5	2	1500	318
176	178	6	6.5	2	2500	319
177	178	6	5.5	2	1500	320
178	179	6	6.5	2	2500	322
178	184	6	5.5	2	1500	321
179	180	6	13.0	4	12000	324
179	186	6	7.5	2	3500	323
180	181	4	14.0	4	15000	326
180	187	6	6.5	2	2500	325
182	183	6	6.5	2	2500	327
183	184	7	6.5	2	2500	328
183	192	6	5.5	2	1500	329
184	185	6	6.5	2	2500	330
185	186	6	7.5	2	3500	333
185	192	6	4.0	1	500	332
185	194	6	5.0	1	600	331
186	187	6	5.5	2	1500	334
188	189	6	6.5	2	2500	335
189	190	6	6.5	2	2500	337
189	191	6	4.0	1	500	336
190	192	6	5.5	2	1500	338
190	197	6	6.5	2	2500	339
191	192	6	5.5	2	1500	340
192	193	6	6.5	2	2500	341
193	194	6	5.5	2	1500	342



表-付録 4 (11)

付録-39

193	200	6	6.5	2	2500	343
194	195	6	5.5	2	1500	344
195	201	6	5.5	2	1500	345
196	197	6	6.5	2	2500	346
197	199	6	7.5	2	3500	347
198	199	6	6.5	2	2500	348
199	200	6	7.5	2	3500	349
200	201	6	13.0	4	12000	350
201	211	4	13.0	4	15000	351
202	211	1	25.4	4	40000	352
203	204	4	6.5	2	3000	353
204	205	4	19.5	6	27000	354
205	215	4	28.5	8	40000	355
205	216	6	19.5	6	27000	356
206	207	4	14.0	4	18000	357
207	208	4	19.5	6	27000	358
208	209	4	14.0	4	15000	359
209	210	4	14.0	4	15000	360
209	217	4	5.5	2	2000	361
210	216	8	9.0	2	8500	362
210	217	3	13.0	4	13000	363
211	213	3	25.4	7	46000	364
212	213	6	6.5	2	2500	365
213	216	6	13.0	4	14000	368
213	217	3	25.4	7	63000	367
213	218	4	7.5	2	4000	366
214	215	4	10.0	3	6500	369
215	216	8	10.0	3	6500	370
216	217	8	10.0	3	6500	371
217	218	4	10.0	3	6500	372
218	219	4	10.0	3	6500	373

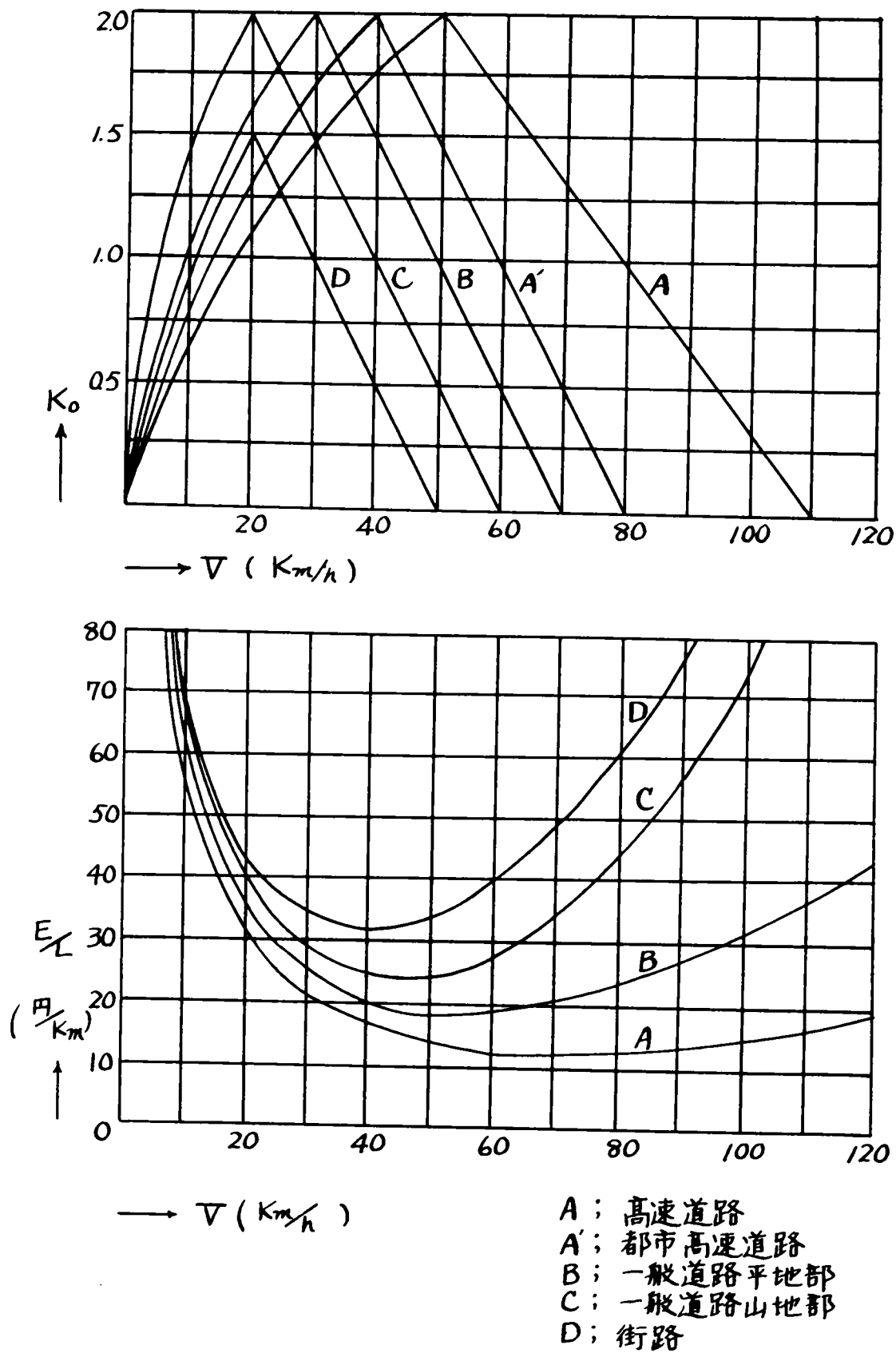
この場合、競合経路は本節〔4〕で決定した経路2本を変更しないものとして解析を進めた。なお、この解析に使用した混雑度と評価値の関係を、図一付録・6に示した。

長距離交通は、〔6〕と全く同じくマクロリンクの道路網によって配分解析を行ない、短距離交通を一般道路網上で解析した配分結果と合わせて道路網各区間の交通量を算出した。

### §5. 解析結果と道路網計画策定の指針

前節までに述べた方法によって、愛知県内の主要幹線道路網に配分された交通量の結果は、表一付録・5のようである。なお、この結果を道路網に落した交通流態図を、図一付録・7に示した。この解析結果、配分交通量の目ぼしい個所を拾ってみると、名四国道 98～198 千台、名岐バイパス 61～197 千台、名古屋環状線 83～289 千台、名岡バイパス 61～110 千台、名濃バイパス 16～196 千台、国道1号線名古屋～弥富間 36 千台、同名古屋～岡崎間 11～22 千台、同岡崎～豊橋間 35～49 千台、国道19号線名古屋～高藏寺間 124 千台、同高藏寺以北 21～57 千台、国道41号線 12～25 千台となり、名四国道、名古屋環状線に配分交通量が多いことに気づ

図-付録・6 混雑度と評価値の関係



表一付録-5(1) リンク配分交通量表(最終解析結果)

リンク 番号	一般道路網による配分交通量			幹線道路網による配分交通量			リンク 配分交通量 合計
	第1経路として 利用するもの	第2経路として 利用するもの	合計	第1経路として 利用するもの	第2経路として 利用するもの	合計	
1	51678	3559	55237	0	0	0	55237
2	5010	3369	8379	79678	12214	91892	100271
3	15609	502	16311	12221	5066	17287	33598
4	0	1358	1358	79678	12214	91892	93250
5	5010	2073	7083	0	0	0	7083
6	31596	12170	93677	41836	29244	71080	164846
7	50370	19242	69612	77584	27572	105156	174768
8	30345	3143	33488	0	0	0	33488
9	5990	3379	9369	15048	11953	27001	36370
10	14710	1464	16174	435	1062	1497	17671
11	60862	20786	81648	15048	11953	27001	108649
12	6460	5826	12286	0	0	0	12286
13	47038	18099	65137	30	5851	5881	71018
14	71992	33642	105634	85838	21958	107796	213430
15	2910	198	3108	0	0	0	3108
16	15752	1648	17400	435	1062	1497	18897
17	695	266	921	0	0	0	921
18	1018	132	1150	0	0	0	1150
19	4383	3733	8116	23850	14998	38848	46964
20	9436	4409	13845	0	909	909	14754
21	9975	8521	18496	23850	14998	38848	57344
22	5743	2167	7910	0	0	0	7910
23	16591	7717	24308	0	0	0	24308
24	48378	26215	74593	105700	26701	132401	206994
25	50667	24169	74836	79376	26001	105377	180213
26	3056	1000	4056	0	0	0	4056
27	2535	936	3471	0	0	0	3471
28	7314	3696	11010	0	909	909	11919
29	9510	5622	15132	0	0	0	15132
30	2282	2766	5048	0	0	0	5048

表一付録 5 (2)

付録 43

31	6299	2368	8667	0	909	909	11919
32	18168	7566	25734	0	0	0	25734
33	24365	10120	34485	0	0	0	34485
34	4333	3324	7657	0	0	0	7657
35	13106	3459	16565	0	0	0	16565
36	53881	11132	65013	0	0	0	65013
37	42563	9986	52549	0	0	0	52549
38	6990	1579	8569	0	0	0	8569
39	10662	3939	14601	0	0	0	14601
40	6665	4186	10851	0	909	909	11760
41	16255	6971	23226	0	0	0	23226
42	13920	6269	20189	0	0	0	20189
43	22758	2776	25534	0	0	0	25534
44	49458	5011	54469	0	0	0	54469
45	10877	16199	27076	12509	5239	17748	44824
46	19081	7339	26420	0	0	0	26420
47	3672	2384	6056	0	6320	6320	12376
48	30680	6260	36940	0	0	0	36940
49	16814	16184	34598	0	6320	6320	41318
50	87146	14258	81404	0	0	0	81404
51	12718	50606	133524	125200	36721	163921	297445
52	64381	11987	76368	0	0	0	76368
53	11100	5744	16844	2038	21	2059	18903
54	8529	18229	26758	20726	1308	22034	48792
55	11666	6835	18501	4974	3514	8488	26989
56	7740	7311	15051	33218	7698	40916	55967
57	0	522	522	175	1944	2119	2641
58	0	0	0	0	0	0	0
59	7740	7353	15093	37392	4090	46432	61525
60	33118	12671	45789	37392	9040	46432	92221
61	40113	40230	80343	3966	3686	7652	87995
62	109672	55773	165445	110705	35307	146012	311457
63	3238	2577	5815	0	1419	1419	7234
64	11869	3660	15529	79	21	100	15629
65	9748	1162	6910	0	0	0	6910

表-付録 5 (3)

付録-44

66	12634	3502	18136	559	3956	4515	22651
67	13365	3675	17040	0	0	0	17040
68	34194	12158	46352	0	0	0	46352
69	0	3835	3835	0	0	0	3835
70	104914	32801	143715	110705	35307	146012	289727
71	12102	2195	14297	79	21	100	14397
72	9904	3251	13155	2298	764	3062	16217
73	9904	3133	13037	8097	721	8818	21855
74	0	0	0	229	434	723	723
75	45063	4795	50658	902	349	1251	51909
76	8453	4668	13121	13116	3630	16746	29867
77	15378	7142	22520	13116	3630	16746	39266
78	116054	45136	161190	84738	29923	114661	275851
79	152020	39201	191221	1915	2928	4843	196064
80	8943	2017	10960	0	0	0	10960
81	14797	2680	17477	2088	682	2770	20247
82	20971	1261	22232	0	0	0	22232
83	0	690	690	0	0	0	690
84	1432	620	2052	902	349	1251	3303
85	11630	1121	12751	0	0	0	12751
86	1510	458	1968	0	0	0	1968
87	127684	45327	173011	84738	29923	114661	287672
88	0	2354	2354	0	0	0	2354
89	18138	8721	26859	0	0	0	26859
90	35158	22301	57459	0	581	581	58040
91	504	179	683	0	0	0	683
92	35158	22144	57302	0	0	0	57302
93	0	157	157	0	0	0	157
94	85621	38739	124360	0	0	0	124360
95	68465	19862	88327	84738	29923	114661	202983
96	11442	22038	33480	0	0	0	33480
97	4342	2376	6718	0	0	0	6718
98	3644	1837	5481	0	0	0	5481
99	4209	2197	6406	0	0	0	6406
100	371	0	371	0	0	0	371

表一付録・5 (4)

付録45

101	17722	5774	23496	0	0	0	23496
102	48090	17703	65793	84738	29923	114661	180454
103	2368	673	3041	0	0	0	3041
104	19216	12590	31806	1607	291	1898	33704
105	2579	324	2903	0	0	0	2903
106	0	0	0	0	0	0	0
107	12377	6704	21081	0	0	0	21081
108	29316	20627	49943	78952	23782	106734	158677
109	0	157	157	3043	1228	4271	4428
110	0	0	0	0	736	736	736
111	31195	17374	48569	78952	29782	106734	157303
112	61107	23095	84202	0	4450	4450	88652
113	23201	12133	55334	73816	32177	105993	141327
114	4272	2437	6709	0	0	0	6709
115	780	248	1028	25808	33741	59549	60577
116	15449	6186	21635	25808	33741	59549	81184
117	3359	985	6348	0	0	0	6348
118	4253	1806	6059	0	0	0	6059
119	0	1103	1103	0	0	0	1103
120	1106	284	1390	0	0	0	1390
121	12879	10975	23854	73816	32177	105993	129847
122	26673	5784	32457	1679	10377	12056	44513
123	13736	4438	18174	55337	10242	65579	84753
124	7514	1242	3576	0	3437	3437	12193
125	1628	3651	5279	0	0	0	5279
126	1300	731	2039	0	3437	3437	5476
127	16216	3168	19304	0	3437	3437	22821
128	549	3932	4281	55337	10242	65579	69860
129	401	655	1236	0	0	0	1236
130	0	833	833	66480	22407	88887	89720
131	773	3911	4684	66480	22407	88887	93571
132	855	545	1400	0	0	0	1400
133	0	476	476	19736	8120	27856	28332
134	308	560	868	0	0	0	868
135	547	545	1092	19736	8120	27856	28948

表-付録・5 (5)

付録-46

136	773	3670	4449	11450	29043	111333	115782
137	22613	2461	25077	0	0	0	25077
138	371	2953	3329	46474	30847	77321	60650
139	17093	3190	20291	11061	7707	19568	39859
140	3770	3320	7090	0	0	0	7090
141	3759	150	3909	0	0	0	3909
142	41	34	75	0	0	0	75
143	2031	47	2078	0	0	0	2078
144	12801	607	13408	0	0	0	13408
145	4909	539	5448	0	0	0	5448
146	4954	812	5746	587	447	1034	6780
147	13031	1699	14730	0	0	0	14730
148	24296	3674	33970	0	0	0	33970
149	7679	493	8172	0	0	0	8172
150	26916	3319	30235	0	0	0	30235
151	0	1989	1989	2994	4237	7231	9220
152	5232	2092	8124	233	5427	5730	13834
153	2273	856	3123	1013	6579	8192	11321
154	0	25	25	0	0	0	25
155	6	97	103	0	0	0	103
156	7	39	46	423	799	1222	1268
157	48	32	80	0	751	751	831
158	1060	530	1590	4426	4789	9215	10805
159	5283	457	5740	2735	952	3687	9427
160	5746	11316	17064	4426	4789	9215	26279
161	29733	1894	31627	0	0	0	31627
162	3322	657	3979	0	0	0	3979
163	1290	10935	12275	7344	11840	19184	31459
164	1891	525	2416	1141	1255	2396	4812
165	6576	15149	21725	7344	11840	19184	40909
166	22379	6744	29123	11861	7707	19568	48691
167	29224	1164	30388	0	0	0	30388
168	2400	1179	3579	1141	1255	2396	5975
169	13500	706	14206	0	0	0	14206
170	7977	6540	14517	11861	7707	19568	34085



表一付録 5(6)

付録-47

171	110	114	224	2788	1354	4142	4366
172	248	133	981	2788	1354	4142	5123
173	7183	1742	8925	9930	4356	14286	23211
174	80596	4238	84834	9930	4356	14286	99120
175	11314	5394	16708	15297	8830	24127	40835
176	0	130	138	4754	2113	6867	7005
177	63294	17938	81232	0	0	0	81232
178	37861	12360	50221	0	0	0	50221
179	90031	67100	157131	2363	4064	6427	163558
180	51757	11015	62772	0	0	0	62772
181	70455	3641	74096	0	0	0	74096
182	117951	38006	155957	1915	2928	4843	160800
183	113581	18440	137021	0	0	0	137021
184	98192	40202	138394	0	0	0	138394
185	24354	17498	41852	0	0	0	41852
186	41842	61848	103690	0	0	0	103690
187	99811	30480	130291	0	0	0	130291
188	22874	6485	29359	0	0	0	29359
189	70370	22769	93139	0	0	0	93139
190	59052	39615	98667	0	0	0	98667
191	170637	69295	240156	2363	4064	6427	246583
192	0	57606	57606	0	0	0	57606
193	18583	9431	28014	0	0	0	28014
194	49919	69489	119408	0	0	0	119408
195	3955	3257	7212	0	0	0	7212
196	525	1875	2400	0	0	0	2400
197	19065	13141	32206	0	0	0	32206
198	28579	14965	43544	0	0	0	43544
199	107239	52635	159894	0	0	0	159894
200	53745	32211	85956	0	0	0	85956
201	125598	49072	174670	0	0	0	174670
202	92947	47417	140364	0	0	0	140364
203	236252	98366	334618	9943	1662	11605	346223
204	315850	131012	446862	0	0	0	446862
205	7630	34209	41889	0	0	0	41889

表一付録 5 (7)

付録-48

206	299795	131063	430858	0	0	0	430858
207	77253	79133	156386	0	4450	4450	160836
208	79783	61757	141540	2781	2781	5562	147102
209	77168	33103	110271	0	4450	4450	114721
210	26230	33199	39429	0	0	0	59429
211	1212	2621	3833	0	0	0	3833
212	89964	25649	95613	22783	12314	35097	130710
213	12049	9254	21303	0	0	0	21303
214	75718	38107	113825	22783	12314	35097	148922
215	67852	30395	98247	0	0	0	98247
216	120965	47846	168831	22783	12314	35097	203928
217	196877	97847	294724	0	0	0	294724
218	101630	70109	171739	10948	14885	25833	197572
219	0	7444	7444	0	0	0	7444
220	104534	81246	185780	10948	14885	25833	211613
221	72160	32155	124315	11761	5164	16925	141240
222	56683	1606	98289	1679	10377	12056	110345
223	11889	5553	17442	0	0	0	17442
224	30525	11009	42334	1679	10377	12056	54390
225	11922	11380	23302	0	0	0	23302
226	5694	112	11806	0	0	0	11806
227	56184	28055	84239	0	0	0	84239
228	46655	14755	61410	0	0	0	61410
229	225891	98219	321910	0	0	0	321910
230	0	9141	9141	0	0	0	9141
231	12310	20722	33032	0	0	0	33032
232	52219	43866	96085	11761	5164	16925	113010
233	27472	17307	44779	0	0	0	44779
234	12027	6458	18485	0	0	0	18485
235	7059	4806	11865	0	0	0	11865
236	14652	3708	18360	0	0	0	18360
237	40675	12646	23321	1679	10377	12056	65377
238	487	1302	1989	0	0	0	1989
239	10322	1302	11624	0	0	0	11624
240	2165	5304	7569	0	0	0	7569

表-付録 5(8)

付録49

241	52498	20937	73435	30	5851	5881	79316
242	40254	6983	47147	0	0	0	47147
243	52328	19442	71770	30	5851	5881	77651
244	0	31229	31229	0	0	0	31229
245	204655	58292	262947	0	0	0	262947
246	80043	25488	105531	30	5851	5881	111412
247	0	0	0	0	0	0	0
248	56288	22077	78365	30	5851	5881	84246
249	55590	18409	73999	0	0	0	73999
250	21839	21311	43150	15204	8925	24129	67279
251	12197	12368	24565	0	3437	3437	28002
252	48604	15362	63966	0	0	0	63966
253	0	1933	1933	0	0	0	1933
254	28128	7060	35188	0	0	0	35188
255	487	527	1014	0	0	0	1014
256	90526	21051	111577	41836	29244	71080	182657
257	56879	30718	127597	41836	29244	71080	198677
258	112516	21843	134399	41836	29244	71080	205439
259	153378	31099	184477	41836	29244	71080	255557
260	45687	12321	58008	0	0	0	58008
261	13500	706	14206	0	0	0	14206
262	0	13045	13045	55270	41482	96752	110597
263	0	5100	5100	0	0	0	5100
264	21897	8913	60810	0	3437	3437	64247
265	0	138	138	4754	2113	6867	7005
266	7644	1458	9102	0	0	0	9102
267	239	88	527	3407	526	3933	4260
268	498	131	629	0	0	0	629
269	1627	251	1878	6370	5438	11808	13686
270	6670	480	7150	6370	5438	11808	18958
271	5625	1062	6687	5301	2828	8129	14816
272	6899	1076	7575	6154	3825	14979	22954
273	11043	2736	13779	9420	10544	19964	33743
274	4591	2072	6663	4564	5906	10470	17133
275	3736	1555	5291	18882	13635	32517	37808

表-付録・5(9)

付録-50

276	3790	1917	5707	12950	7555	20505	26212
277	2195	2112	4307	6545	1104	7649	11956
278	49673	3396	53069	8983	4297	13280	66349
279	2849	2060	5709	13447	9185	22632	28341
280	7385	808	8193	8983	4297	13280	21473
281	597	152	749	923	1191	2834	3583
282	264	271	535	0	0	0	535
283	831	498	1329	923	1191	2834	4163
284	4139	1781	5920	6545	1104	7649	13569
285	2796	1273	4069	0	0	0	4069
286	17579	272	17851	0	0	0	17851
287	54	77	131	5778	3731	9509	9640
288	854	284	1138	13406	6319	19725	20863
289	1118	523	1641	13406	6319	19725	21366
290	4191	377	4568	24408	16079	40487	45055
291	778	59	837	0	0	0	837
292	1836	488	9324	24408	16079	40487	49811
293	89	12	101	0	0	0	101
294	0	0	0	0	2898	2898	2898
295	193	53	246	1399	4435	5834	6080
296	0	0	0	0	1	1	1
297	382	79	461	0	0	0	461
298	515	460	1375	34859	27877	62736	64111
299	2465	1060	3525	40949	30228	71177	74702
300	4234	1339	5573	10038	6823	16861	22434
301	205	601	806	4290	5988	10278	11084
302	4393	2543	6936	23637	11812	35449	42385
303	0	12	12	12085	8997	21082	21094
304	0	222	222	48376	17376	65752	65974
305	3056	2085	5141	4891	4961	9852	14993
306	6221	1147	7368	4891	4961	9852	17220
307	2238	1704	3942	0	0	0	3942
308	1178	1624	2802	42809	15264	58073	60875
309	837	465	1302	0	0	0	1302
310	2579	431	3010	42809	15264	58073	61083

表-付録5(10)

付録-51

311	427	26	455	0	0	0	455
312	1621	186	2007	3779	19003	22782	24789
313	1628	595	2223	40949	30228	71177	73400
314	5	18	23	0	0	0	23
315	198	35	233	1399	4435	5834	6067
316	800	114	914	1399	4435	5934	6748
317	602	7	609	0	0	0	609
318	0	72	72	0	0	0	72
319	2575	354	2929	0	0	0	2929
320	1310	93	1403	0	0	0	1403
321	43	23	66	0	0	0	66
322	1734	244	1978	0	0	0	1978
323	19	0	19	21519	14679	36198	36217
324	10044	546	10590	21519	14679	36198	46788
325	2023	45	2068	0	0	0	2068
326	3044	2085	5129	3927	5822	9749	14878
327	39	0	39	0	0	0	39
328	22	6	28	2274	2031	4305	4333
329	91	7	98	0	253	253	351
330	39	17	56	2274	2031	4305	4361
331	4	13	17	13460	9242	22702	22719
332	36	0	36	0	0	0	36
333	34	7	41	21519	14679	36198	36239
334	15	7	22	0	0	0	22
335	511	50	561	0	0	0	561
336	645	57	702	0	0	0	702
337	187	40	227	0	0	0	227
338	281	10	291	0	0	0	291
339	620	44	664	3386	2755	6141	7005
340	893	19	912	0	0	0	912
341	27	8	35	2789	2105	4894	4929
342	27	12	39	11479	11235	22714	22753
343	0	20	20	3850	661	4511	4531
344	31	25	56	1399	4435	5834	5890
345	127	7	134	0	0	0	134

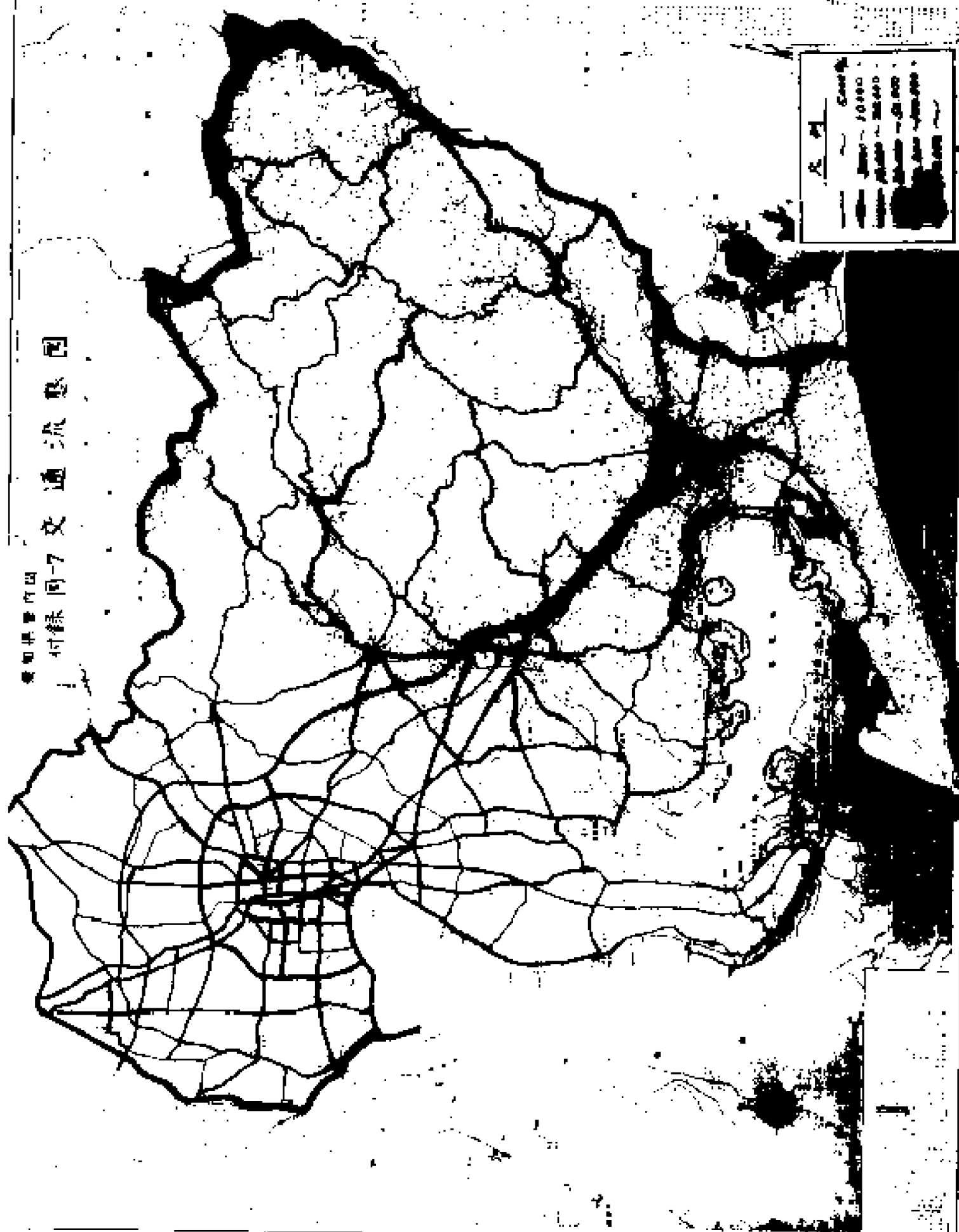
表-付録・5 (11)

付録-52

346	800	44	844	0	0	0	844
347	20	0	20	3386	2755	6141	6161
348	817	391	1208	0	0	0	1208
349	4544	369	4913	3386	2755	6141	11054
350	873	349	1222	9166	5158	14324	15546
351	1445	557	2002	11366	6963	18329	20331
352	0	0	0	0	0	0	0
353	7573	548	8121	0	0	0	8121
354	21350	1285	22635	0	0	0	22635
355	949	981	1930	0	0	0	1930
356	28495	2757	31252	0	0	0	31252
357	1740	220	1960	3407	526	3933	5393
358	10187	153	10340	2699	1132	3831	14171
359	3485	1306	4771	2699	1132	3831	8602
360	1367	562	1929	2699	1132	3831	5760
361	765	1283	2048	0	0	0	2048
362	5890	216	6176	0	0	0	6176
363	1027	1099	2126	6004	5492	5496	11622
364	1522	557	2079	12674	5220	17894	19973
365	4030	745	4775	0	0	0	4775
366	37223	1212	38505	0	0	0	38505
367	15355	1967	17322	12674	5220	17894	35216
368	0	6693	6693	0	0	0	6693
369	8984	2701	11665	0	0	0	11665
370	15516	2808	18324	0	0	0	18324
371	79852	2632	82484	0	0	0	82484
372	4400	474	4874	18914	11720	30634	35508
373	1818	574	2392	24408	16079	40487	42879

愛知県管内図

付録図7 交通流態図



くが、これは名古屋南部および西部臨海工業地域が、昭和55年には全面的にかゆ期に入ると予想して交通量を算出したため、名四国道の沿道へ発生交通量が過大に出たこと、名古屋環状高速道路を無料高速道路（設計速度100～120km/h）として解析したため、過大の交通量を吸引したことによる。ほかの道路の配分交通量は、容量とあわせ考えて一応妥当な数値を算出しているものとする。

この結果判明した道路網計画の指針は、つぎのようである。

- (1) 名四国道は、将来10車線分を必要とするであろう。ただし、この解析では名阪国道が対象に入っていないので、この分とあわせて10車線を必要と考えればよい。
- (2) 名古屋外環状道路の建設が望ましい。この場合、道路規格は、設計速度60km/h～80km/hの無料自動車専用道がよい。
- (3) 国道22号線については、名岐バイパスの完成で一応昭和55年までの交通がさばけるものと思われる。
- (4) 国道41号線についても、名濃バイパスの建設で交通処理ができる。
- (5) 国道19号線名古屋～高蔵寺間には、かなり規模の大



きいバイパスを必要とする。この理由は、高蔵寺ニュータウンの建設による通勤交通処理にある。

- (6) 国道1号線名古屋－岡崎間は、名岡バイパスの建設で大体需要をさばけるが、岡崎 豊橋間は若干交通容量の不足が見込まれる。
- (7) 名古屋都市高速道路は、昭和55年までに東西線・南北線とも1～2本の建設が必要となるが、このモデルでは、ネットワークの構成が粗いので、さらに詳細な解析を必要とする。
- (8) 第3環状線（弥富町－津島市－一宮市－小牧市－春日井市－瀬戸市－豊田市－刈谷市－名古屋南部臨海工業地帯）は、予想より交通量が少なく、必要な個所から建設を進めればよい。最も緊急度の高い区間は刈谷市－豊田市間である。
- (9) 山間部道路は、2・3の例外を除いて配分交通量はすべて10千台以下であるが、この道路整備は生活基盤確保の意味から進められるべきであろう。

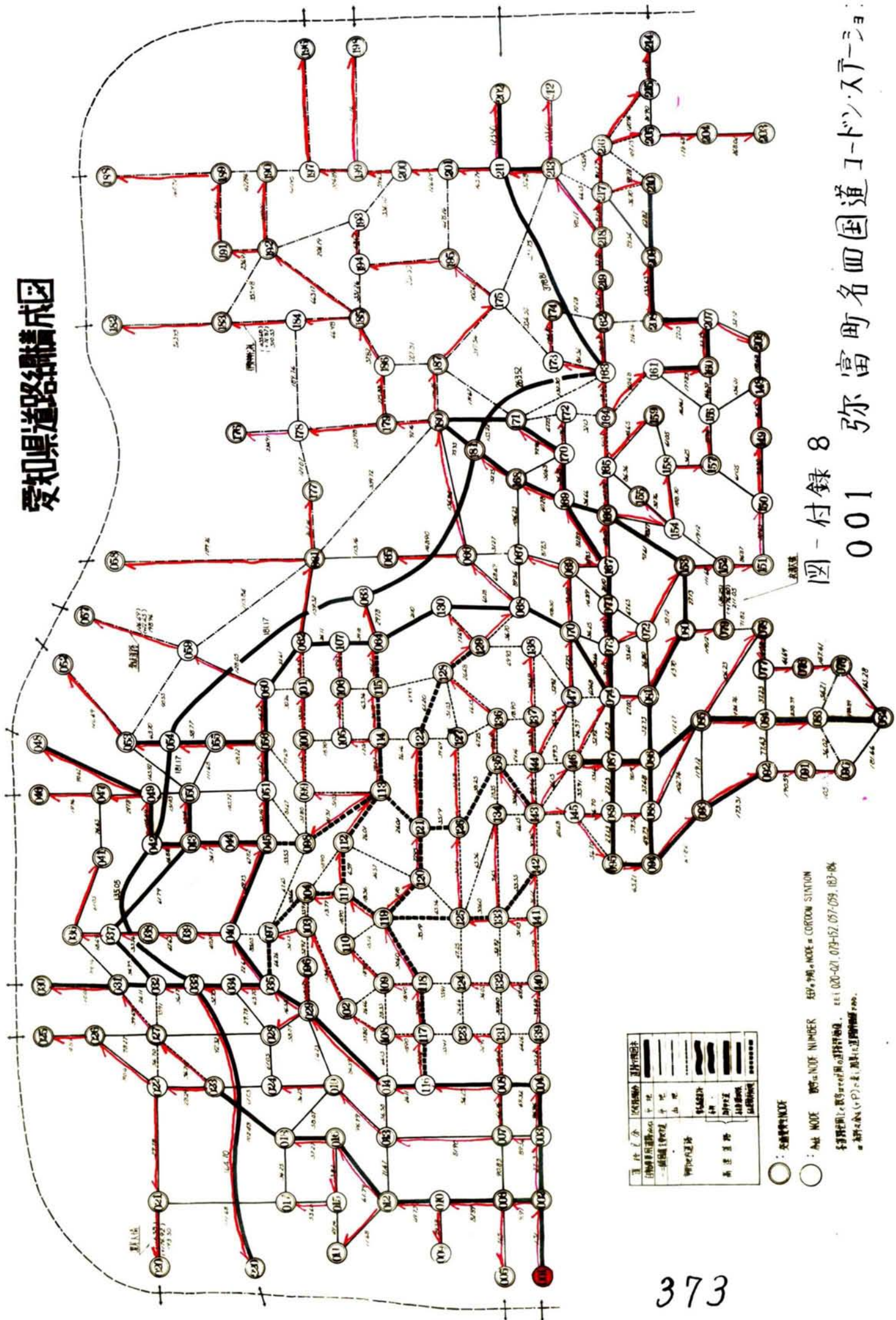
以上のほか道路網各区間の配分交通量の内容も判明したので、道路網計画の基礎資料としてきわめて有効な資料を作成した。なお、県内各地からの最適経路を各ノードごとに

図示して交通流の定性的な分析を行ないうるが、ここでは例として、海部郡弥富町石田国道コードンステーション、一宮市一宮駅前、名古屋市中区泥江町、岡崎市東岡崎駅前、北設楽郡豊和村コードンステーション、豊橋市豊橋駅前からの経路間を図一付録・8に示した。

## § 6. 結語

著者が本文で展開した交通需要予測から、ネットワーク・シミュレーションによる交通量配分解析を、愛知県内の幹線道路網の交通流解析に適用して、前節に示したような解析結果をえた。この結果は、現在の交通情勢からみて若干の問題点を含んでいるが、まず妥当な配分交通量を算出している。この結果からみて、著者が本文で展開したネットワーク・シミュレーションによる交通流配分解析が、道路網計画策定の基礎分析にきわめて有効な手段であることを実証したと確信する。なお若干の問題については、今後も研究を進めて、より効果的な方法論を確立したいと念願するものである。

# 愛知県道路網構成図



道路種別	道路幅員	道路構造
自動車専用道路	4.0m以上	4車線以上
一般国道	3.0m以上	2車線以上
県道	2.0m以上	2車線以上
市道	1.5m以上	2車線以上
町道	1.0m以上	2車線以上
村道	0.5m以上	2車線以上

○ : 主要なNODE

○ : Node NODE NUMBER 道路幅員・道路構造・道路種別

本図は愛知県道路網の概要を示すもので、詳細な道路情報は、愛知県道路図(1:25,000)を参照してください。

図-付録 8

001 弥富町名田国道コードン・ス・ア・ジョ



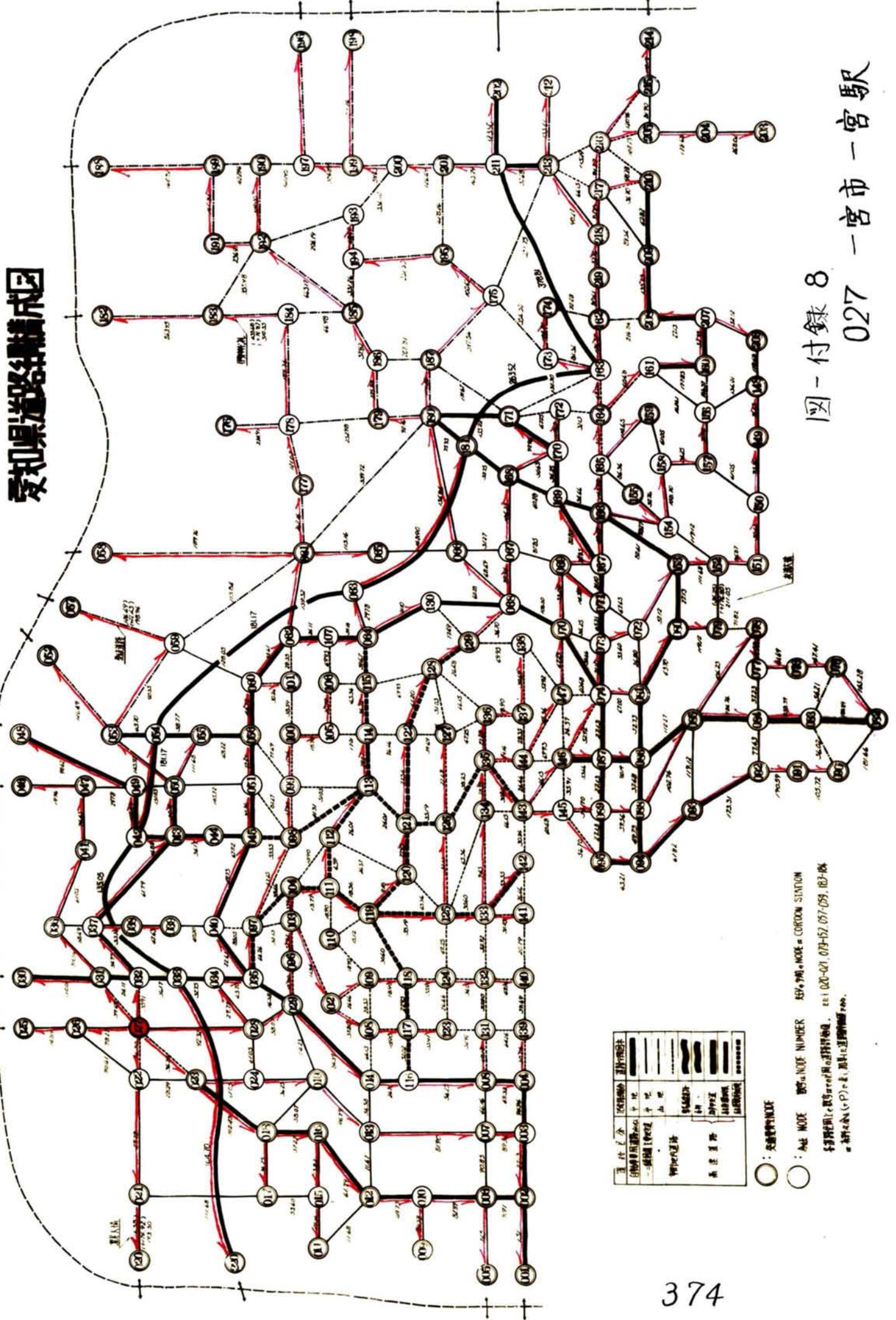


図-付録 8

027 一宮市 - 宮駅

道路番号	道路名称	道路種別
1	1号線	一般国道
2	2号線	一般国道
3	3号線	一般国道
4	4号線	一般国道
5	5号線	一般国道
6	6号線	一般国道
7	7号線	一般国道
8	8号線	一般国道
9	9号線	一般国道
10	10号線	一般国道
11	11号線	一般国道
12	12号線	一般国道
13	13号線	一般国道
14	14号線	一般国道
15	15号線	一般国道
16	16号線	一般国道
17	17号線	一般国道
18	18号線	一般国道
19	19号線	一般国道
20	20号線	一般国道
21	21号線	一般国道
22	22号線	一般国道
23	23号線	一般国道
24	24号線	一般国道
25	25号線	一般国道
26	26号線	一般国道
27	27号線	一般国道
28	28号線	一般国道
29	29号線	一般国道
30	30号線	一般国道
31	31号線	一般国道
32	32号線	一般国道
33	33号線	一般国道
34	34号線	一般国道
35	35号線	一般国道
36	36号線	一般国道
37	37号線	一般国道
38	38号線	一般国道
39	39号線	一般国道
40	40号線	一般国道
41	41号線	一般国道
42	42号線	一般国道
43	43号線	一般国道
44	44号線	一般国道
45	45号線	一般国道
46	46号線	一般国道
47	47号線	一般国道
48	48号線	一般国道
49	49号線	一般国道
50	50号線	一般国道
51	51号線	一般国道
52	52号線	一般国道
53	53号線	一般国道
54	54号線	一般国道
55	55号線	一般国道
56	56号線	一般国道
57	57号線	一般国道
58	58号線	一般国道
59	59号線	一般国道
60	60号線	一般国道
61	61号線	一般国道
62	62号線	一般国道
63	63号線	一般国道
64	64号線	一般国道
65	65号線	一般国道
66	66号線	一般国道
67	67号線	一般国道
68	68号線	一般国道
69	69号線	一般国道
70	70号線	一般国道
71	71号線	一般国道
72	72号線	一般国道
73	73号線	一般国道
74	74号線	一般国道
75	75号線	一般国道
76	76号線	一般国道
77	77号線	一般国道
78	78号線	一般国道
79	79号線	一般国道
80	80号線	一般国道
81	81号線	一般国道
82	82号線	一般国道
83	83号線	一般国道
84	84号線	一般国道
85	85号線	一般国道
86	86号線	一般国道
87	87号線	一般国道
88	88号線	一般国道
89	89号線	一般国道
90	90号線	一般国道
91	91号線	一般国道
92	92号線	一般国道
93	93号線	一般国道
94	94号線	一般国道
95	95号線	一般国道
96	96号線	一般国道
97	97号線	一般国道
98	98号線	一般国道
99	99号線	一般国道
100	100号線	一般国道
101	101号線	一般国道
102	102号線	一般国道
103	103号線	一般国道
104	104号線	一般国道
105	105号線	一般国道
106	106号線	一般国道
107	107号線	一般国道
108	108号線	一般国道
109	109号線	一般国道
110	110号線	一般国道
111	111号線	一般国道
112	112号線	一般国道
113	113号線	一般国道
114	114号線	一般国道
115	115号線	一般国道
116	116号線	一般国道
117	117号線	一般国道
118	118号線	一般国道
119	119号線	一般国道
120	120号線	一般国道
121	121号線	一般国道
122	122号線	一般国道
123	123号線	一般国道
124	124号線	一般国道
125	125号線	一般国道
126	126号線	一般国道
127	127号線	一般国道
128	128号線	一般国道
129	129号線	一般国道
130	130号線	一般国道
131	131号線	一般国道
132	132号線	一般国道
133	133号線	一般国道
134	134号線	一般国道
135	135号線	一般国道
136	136号線	一般国道
137	137号線	一般国道
138	138号線	一般国道
139	139号線	一般国道
140	140号線	一般国道
141	141号線	一般国道
142	142号線	一般国道
143	143号線	一般国道
144	144号線	一般国道
145	145号線	一般国道
146	146号線	一般国道
147	147号線	一般国道
148	148号線	一般国道
149	149号線	一般国道
150	150号線	一般国道
151	151号線	一般国道
152	152号線	一般国道
153	153号線	一般国道
154	154号線	一般国道
155	155号線	一般国道
156	156号線	一般国道
157	157号線	一般国道
158	158号線	一般国道
159	159号線	一般国道
160	160号線	一般国道
161	161号線	一般国道
162	162号線	一般国道
163	163号線	一般国道
164	164号線	一般国道
165	165号線	一般国道
166	166号線	一般国道
167	167号線	一般国道
168	168号線	一般国道
169	169号線	一般国道
170	170号線	一般国道
171	171号線	一般国道
172	172号線	一般国道
173	173号線	一般国道
174	174号線	一般国道
175	175号線	一般国道
176	176号線	一般国道
177	177号線	一般国道
178	178号線	一般国道
179	179号線	一般国道
180	180号線	一般国道
181	181号線	一般国道
182	182号線	一般国道
183	183号線	一般国道
184	184号線	一般国道
185	185号線	一般国道
186	186号線	一般国道
187	187号線	一般国道
188	188号線	一般国道
189	189号線	一般国道
190	190号線	一般国道
191	191号線	一般国道
192	192号線	一般国道
193	193号線	一般国道
194	194号線	一般国道
195	195号線	一般国道
196	196号線	一般国道
197	197号線	一般国道
198	198号線	一般国道
199	199号線	一般国道
200	200号線	一般国道
201	201号線	一般国道
202	202号線	一般国道
203	203号線	一般国道
204	204号線	一般国道
205	205号線	一般国道
206	206号線	一般国道
207	207号線	一般国道
208	208号線	一般国道
209	209号線	一般国道
210	210号線	一般国道
211	211号線	一般国道
212	212号線	一般国道
213	213号線	一般国道
214	214号線	一般国道
215	215号線	一般国道
216	216号線	一般国道
217	217号線	一般国道
218	218号線	一般国道
219	219号線	一般国道

○ : 主要幹線

○ : 主要幹線 (A) 主要幹線 (B) 主要幹線 (C) 主要幹線 (D) 主要幹線 (E) 主要幹線 (F) 主要幹線 (G) 主要幹線 (H) 主要幹線 (I) 主要幹線 (J) 主要幹線 (K) 主要幹線 (L) 主要幹線 (M) 主要幹線 (N) 主要幹線 (O) 主要幹線 (P) 主要幹線 (Q) 主要幹線 (R) 主要幹線 (S) 主要幹線 (T) 主要幹線 (U) 主要幹線 (V) 主要幹線 (W) 主要幹線 (X) 主要幹線 (Y) 主要幹線 (Z)

各主要幹線は、愛知県道路網の主要幹線として、020-021, 073-074, 075-076, 077-078, 079-080, 081-082, 083-084, 085-086, 087-088, 089-090, 091-092, 093-094, 095-096, 097-098, 099-100, 101-102, 103-104, 105-106, 107-108, 109-110, 111-112, 113-114, 115-116, 117-118, 119-120, 121-122, 123-124, 125-126, 127-128, 129-130, 131-132, 133-134, 135-136, 137-138, 139-140, 141-142, 143-144, 145-146, 147-148, 149-150, 151-152, 153-154, 155-156, 157-158, 159-160, 161-162, 163-164, 165-166, 167-168, 169-170, 171-172, 173-174, 175-176, 177-178, 179-180, 181-182, 183-184, 185-186, 187-188, 189-190, 191-192, 193-194, 195-196, 197-198, 199-200, 201-202, 203-204, 205-206, 207-208, 209-210, 211-212, 213-214, 215-216, 217-218, 219-220, 221-222, 223-224, 225-226, 227-228, 229-230, 231-232, 233-234, 235-236, 237-238, 239-240, 241-242, 243-244, 245-246, 247-248, 249-250, 251-252, 253-254, 255-256, 257-258, 259-260, 261-262, 263-264, 265-266, 267-268, 269-270, 271-272, 273-274, 275-276, 277-278, 279-280, 281-282, 283-284, 285-286, 287-288, 289-290, 291-292, 293-294, 295-296, 297-298, 299-300, 301-302, 303-304, 305-306, 307-308, 309-310, 311-312, 313-314, 315-316, 317-318, 319-320, 321-322, 323-324, 325-326, 327-328, 329-330, 331-332, 333-334, 335-336, 337-338, 339-340, 341-342, 343-344, 345-346, 347-348, 349-350, 351-352, 353-354, 355-356, 357-358, 359-360, 361-362, 363-364, 365-366, 367-368, 369-370, 371-372, 373-374, 375-376, 377-378, 379-380, 381-382, 383-384, 385-386, 387-388, 389-390, 391-392, 393-394, 395-396, 397-398, 399-400, 401-402, 403-404, 405-406, 407-408, 409-410, 411-412, 413-414, 415-416, 417-418, 419-420, 421-422, 423-424, 425-426, 427-428, 429-430, 431-432, 433-434, 435-436, 437-438, 439-440, 441-442, 443-444, 445-446, 447-448, 449-450, 451-452, 453-454, 455-456, 457-458, 459-460, 461-462, 463-464, 465-466, 467-468, 469-470, 471-472, 473-474, 475-476, 477-478, 479-480, 481-482, 483-484, 485-486, 487-488, 489-490, 491-492, 493-494, 495-496, 497-498, 499-500, 501-502, 503-504, 505-506, 507-508, 509-510, 511-512, 513-514, 515-516, 517-518, 519-520, 521-522, 523-524, 525-526, 527-528, 529-530, 531-532, 533-534, 535-536, 537-538, 539-540, 541-542, 543-544, 545-546, 547-548, 549-550, 551-552, 553-554, 555-556, 557-558, 559-560, 561-562, 563-564, 565-566, 567-568, 569-570, 571-572, 573-574, 575-576, 577-578, 579-580, 581-582, 583-584, 585-586, 587-588, 589-590, 591-592, 593-594, 595-596, 597-598, 599-600, 601-602, 603-604, 605-606, 607-608, 609-610, 611-612, 613-614, 615-616, 617-618, 619-620, 621-622, 623-624, 625-626, 627-628, 629-630, 631-632, 633-634, 635-636, 637-638, 639-640, 641-642, 643-644, 645-646, 647-648, 649-650, 651-652, 653-654, 655-656, 657-658, 659-660, 661-662, 663-664, 665-666, 667-668, 669-670, 671-672, 673-674, 675-676, 677-678, 679-680, 681-682, 683-684, 685-686, 687-688, 689-690, 691-692, 693-694, 695-696, 697-698, 699-700, 701-702, 703-704, 705-706, 707-708, 709-710, 711-712, 713-714, 715-716, 717-718, 719-720, 721-722, 723-724, 725-726, 727-728, 729-730, 731-732, 733-734, 735-736, 737-738, 739-740, 741-742, 743-744, 745-746, 747-748, 749-750, 751-752, 753-754, 755-756, 757-758, 759-760, 761-762, 763-764, 765-766, 767-768, 769-770, 771-772, 773-774, 775-776, 777-778, 779-780, 781-782, 783-784, 785-786, 787-788, 789-790, 791-792, 793-794, 795-796, 797-798, 799-800, 801-802, 803-804, 805-806, 807-808, 809-810, 811-812, 813-814, 815-816, 817-818, 819-820, 821-822, 823-824, 825-826, 827-828, 829-830, 831-832, 833-834, 835-836, 837-838, 839-840, 841-842, 843-844, 845-846, 847-848, 849-850, 851-852, 853-854, 855-856, 857-858, 859-860, 861-862, 863-864, 865-866, 867-868, 869-870, 871-872, 873-874, 875-876, 877-878, 879-880, 881-882, 883-884, 885-886, 887-888, 889-890, 891-892, 893-894, 895-896, 897-898, 899-900, 901-902, 903-904, 905-906, 907-908, 909-910, 911-912, 913-914, 915-916, 917-918, 919-920, 921-922, 923-924, 925-926, 927-928, 929-930, 931-932, 933-934, 935-936, 937-938, 939-940, 941-942, 943-944, 945-946, 947-948, 949-950, 951-952, 953-954, 955-956, 957-958, 959-960, 961-962, 963-964, 965-966, 967-968, 969-970, 971-972, 973-974, 975-976, 977-978, 979-980, 981-982, 983-984, 985-986, 987-988, 989-990, 991-992, 993-994, 995-996, 997-998, 999-1000, 1001-1002, 1003-1004, 1005-1006, 1007-1008, 1009-1010, 1011-1012, 1013-1014, 1015-1016, 1017-1018, 1019-1020, 1021-1022, 1023-1024, 1025-1026, 1027-1028, 1029-1030, 1031-1032, 1033-1034, 1035-1036, 1037-1038, 1039-1040, 1041-1042, 1043-1044, 1045-1046, 1047-1048, 1049-1050, 1051-1052, 1053-1054, 1055-1056, 1057-1058, 1059-1060, 1061-1062, 1063-1064, 1065-1066, 1067-1068, 1069-1070, 1071-1072, 1073-1074, 1075-1076, 1077-1078, 1079-1080, 1081-1082, 1083-1084, 1085-1086, 1087-1088, 1089-1090, 1091-1092, 1093-1094, 1095-1096, 1097-1098, 1099-1100, 1101-1102, 1103-1104, 1105-1106, 1107-1108, 1109-1110, 1111-1112, 1113-1114, 1115-1116, 1117-1118, 1119-1120, 1121-1122, 1123-1124, 1125-1126, 1127-1128, 1129-1130, 1131-1132, 1133-1134, 1135-1136, 1137-1138, 1139-1140, 1141-1142, 1143-1144, 1145-1146, 1147-1148, 1149-1150, 1151-1152, 1153-1154, 1155-1156, 1157-1158, 1159-1160, 1161-1162, 1163-1164, 1165-1166, 1167-1168, 1169-1170, 1171-1172, 117



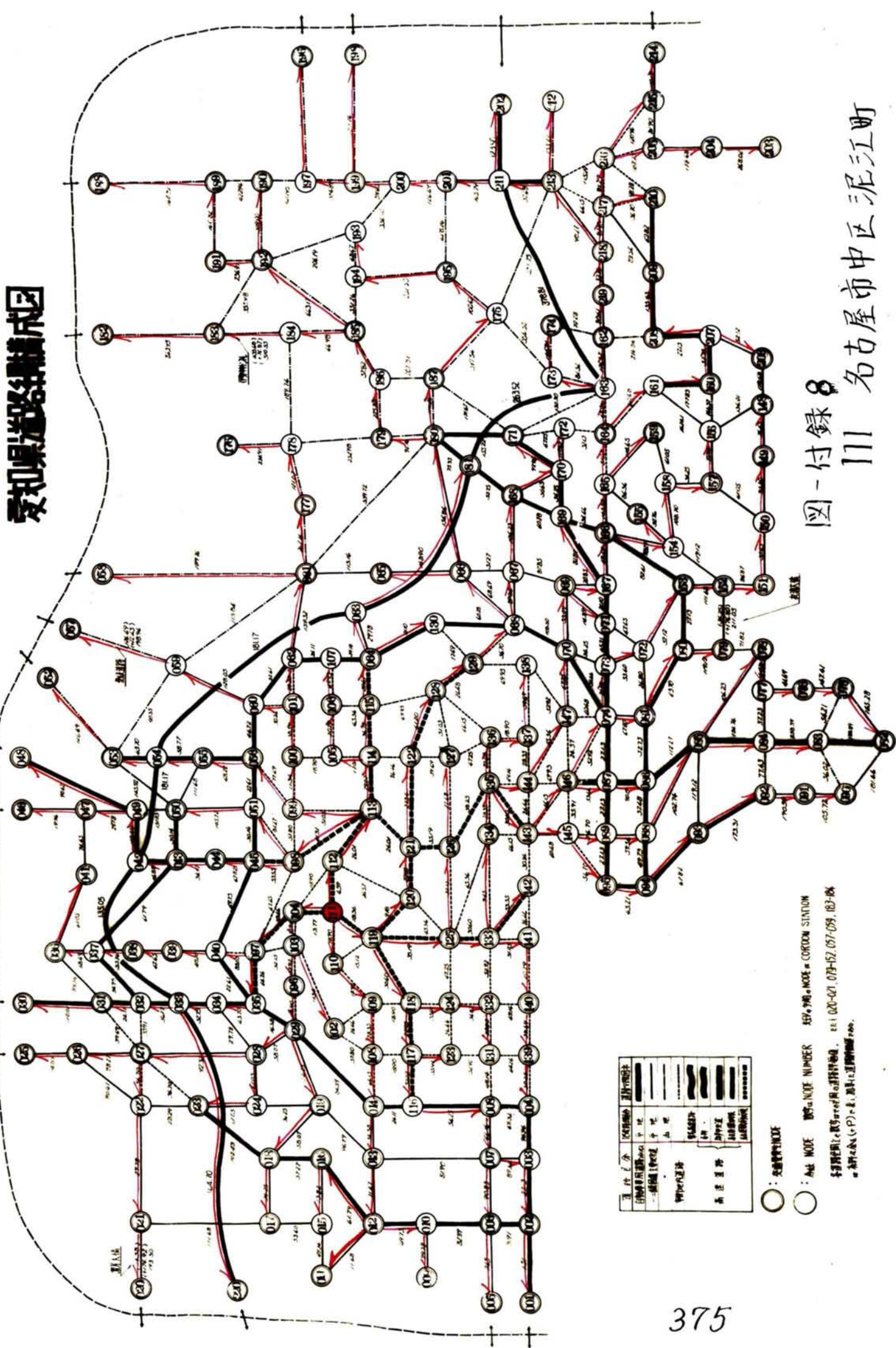


図-1 付録 8  
171 名古屋市中区 泥江町



# 愛知県道路網構成図

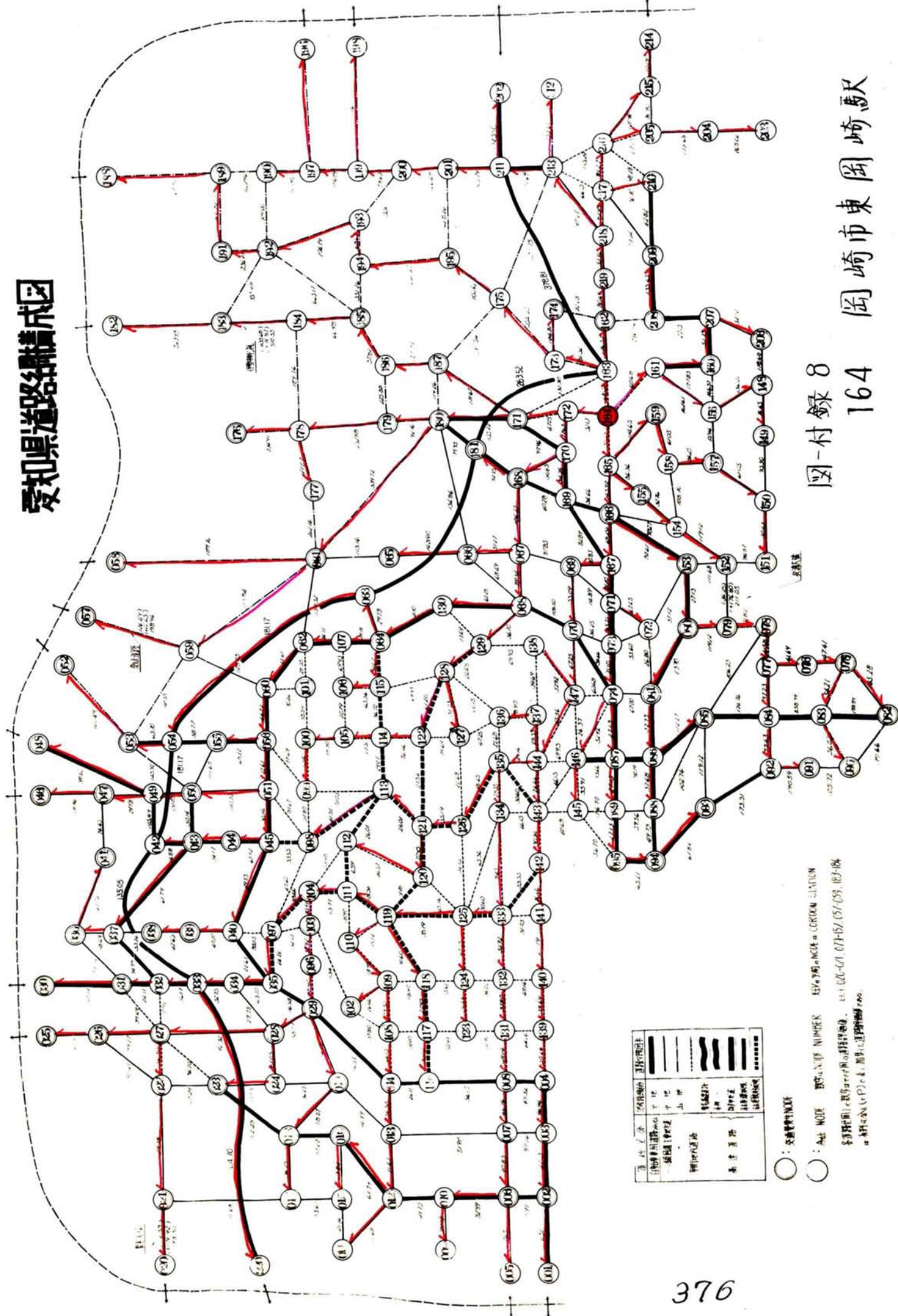


図-付録 8  
164 岡崎市東岡崎駅



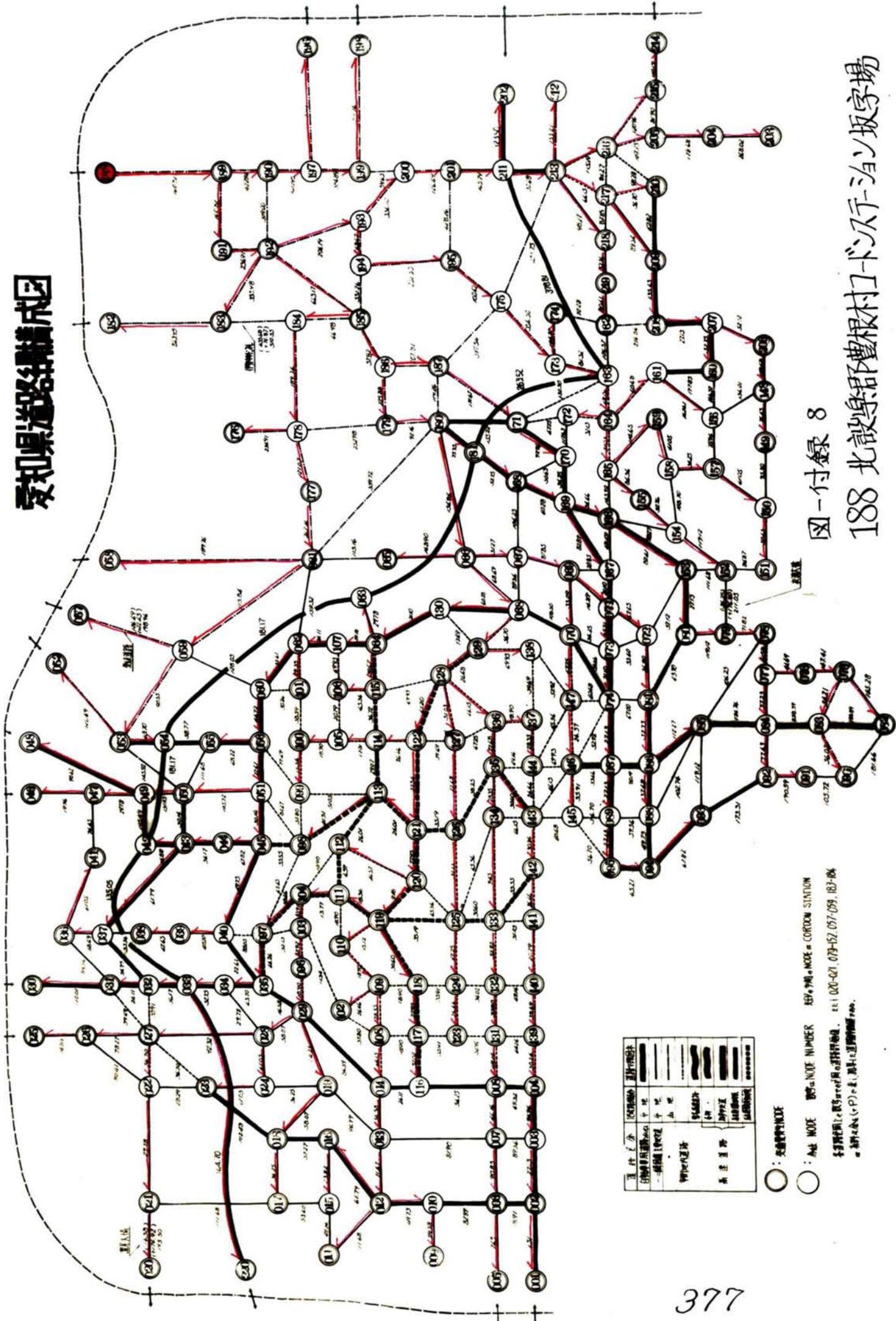


図-付録 8

188 北設楽郡豊根村ロードステーション坂字場

道路種別	道路幅員	道路構造
自動車専用道路	4.0m以上	コンクリート舗装
一般国道	4.0m以上	アスファルト舗装
主要地方道	4.0m以上	アスファルト舗装
次要地方道	4.0m以上	アスファルト舗装
町道	4.0m以上	アスファルト舗装
村道	4.0m以上	アスファルト舗装

○ : 主要幹線道路

○ : 支線道路

○ : 支線道路 (支線道路の終点)

○ : 支線道路 (支線道路の終点)

○ : 支線道路 (支線道路の終点)

○ : 支線道路 (支線道路の終点)

○ : 支線道路 (支線道路の終点)

○ : 支線道路 (支線道路の終点)



愛知県道第28号

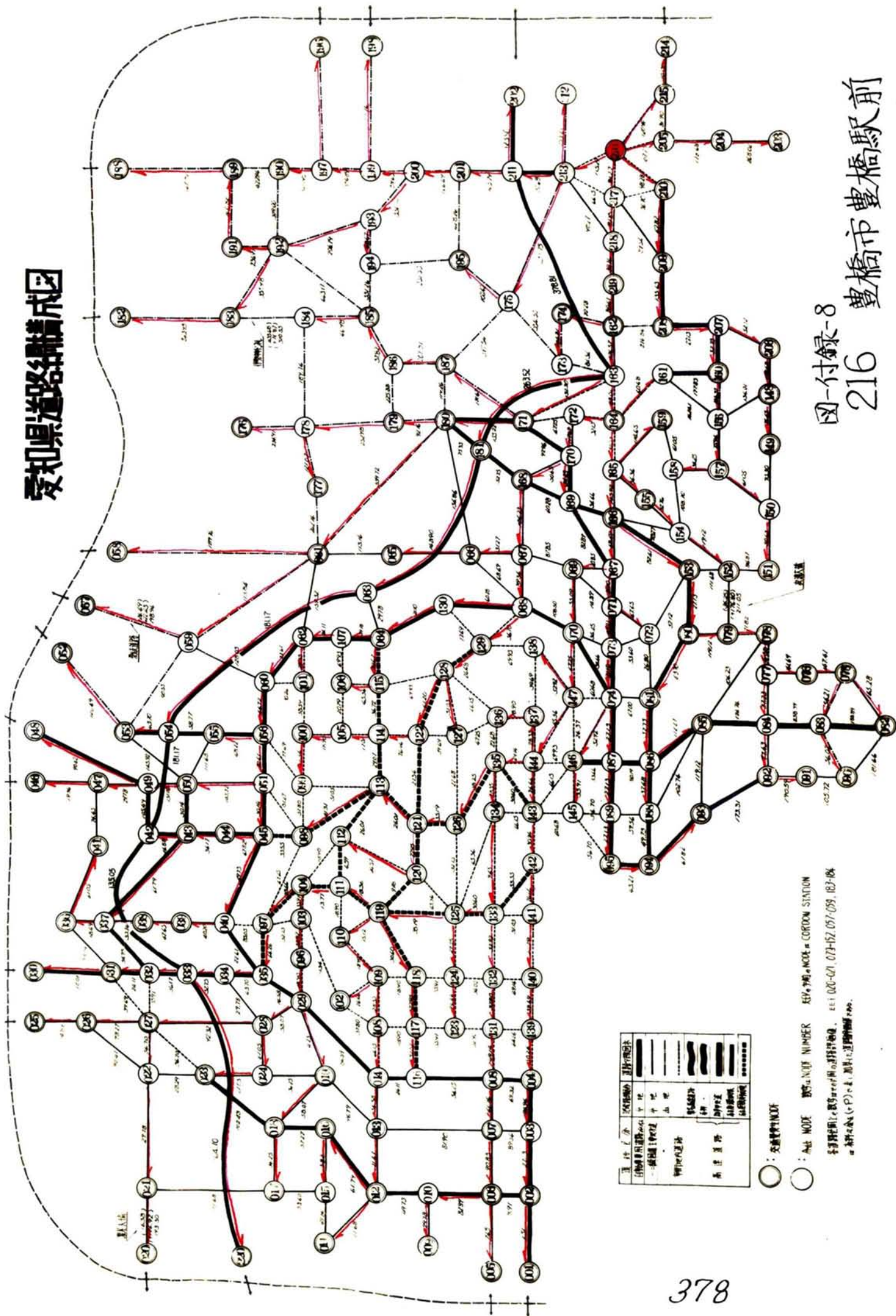


図-付録-8  
216 豊橋市豊橋駅前